

Informazioni su questo libro

Si tratta della copia digitale di un libro che per generazioni è stato conservata negli scaffali di una biblioteca prima di essere digitalizzato da Google nell'ambito del progetto volto a rendere disponibili online i libri di tutto il mondo.

Ha sopravvissuto abbastanza per non essere più protetto dai diritti di copyright e diventare di pubblico dominio. Un libro di pubblico dominio è un libro che non è mai stato protetto dal copyright o i cui termini legali di copyright sono scaduti. La classificazione di un libro come di pubblico dominio può variare da paese a paese. I libri di pubblico dominio sono l'anello di congiunzione con il passato, rappresentano un patrimonio storico, culturale e di conoscenza spesso difficile da scoprire.

Commenti, note e altre annotazioni a margine presenti nel volume originale compariranno in questo file, come testimonianza del lungo viaggio percorso dal libro, dall'editore originale alla biblioteca, per giungere fino a te.

Linee guide per l'utilizzo

Google è orgoglioso di essere il partner delle biblioteche per digitalizzare i materiali di pubblico dominio e renderli universalmente disponibili. I libri di pubblico dominio appartengono al pubblico e noi ne siamo solamente i custodi. Tuttavia questo lavoro è oneroso, pertanto, per poter continuare ad offrire questo servizio abbiamo preso alcune iniziative per impedire l'utilizzo illecito da parte di soggetti commerciali, compresa l'imposizione di restrizioni sull'invio di query automatizzate.

Inoltre ti chiediamo di:

+ *Non fare un uso commerciale di questi file* Abbiamo concepito Google Ricerca Libri per l'uso da parte dei singoli utenti privati e ti chiediamo di utilizzare questi file per uso personale e non a fini commerciali.

+ *Non inviare query automatizzate* Non inviare a Google query automatizzate di alcun tipo. Se stai effettuando delle ricerche nel campo della traduzione automatica, del riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o in altri campi dove necessiti di utilizzare grandi quantità di testo, ti invitiamo a contattarci. Incoraggiamo l'uso dei materiali di pubblico dominio per questi scopi e potremmo esserti di aiuto.

+ *Conserva la filigrana* La "filigrana" (watermark) di Google che compare in ciascun file è essenziale per informare gli utenti su questo progetto e aiutarli a trovare materiali aggiuntivi tramite Google Ricerca Libri. Non rimuoverla.

+ *Fanne un uso legale* Indipendentemente dall'utilizzo che ne farai, ricordati che è tua responsabilità accertati di farne un uso legale. Non dare per scontato che, poiché un libro è di pubblico dominio per gli utenti degli Stati Uniti, sia di pubblico dominio anche per gli utenti di altri paesi. I criteri che stabiliscono se un libro è protetto da copyright variano da Paese a Paese e non possiamo offrire indicazioni se un determinato uso del libro è consentito. Non dare per scontato che poiché un libro compare in Google Ricerca Libri ciò significhi che può essere utilizzato in qualsiasi modo e in qualsiasi Paese del mondo. Le sanzioni per le violazioni del copyright possono essere molto severe.

Informazioni su Google Ricerca Libri

La missione di Google è organizzare le informazioni a livello mondiale e renderle universalmente accessibili e fruibili. Google Ricerca Libri aiuta i lettori a scoprire i libri di tutto il mondo e consente ad autori ed editori di raggiungere un pubblico più ampio. Puoi effettuare una ricerca sul Web nell'intero testo di questo libro da `http://books.google.com`



Digitized by Google

2
Math. U. 7. 13

Digitized by Google

<36603702340014

<36603702340014

Bayer. Staatsbibliothek

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

R

D
C

MU

COMPLE
Tractatu

Editio al



Apud A N

Digitized by Google

R. P. CLAUDII FRANCISCI

MILLIET DECHALES

CAMBERIENSIS

E SOCIETATE JESU

CURSUS

SEU

MUNDUS MATHEMATICUS.

TOMUS TERTIUS

COMPLECTENS ARCHITECTVRAM MILITAREM, HYDROSTATICAM, Tractatus de Fontibus & Fluviis, de Machinis Hydraulicis, & de Navigatione, Opticam, Perspectivam, Catoptricam, & Dioptricam.

Editio altera ex Manuscriptis Authoris aucta & emendata, operâ & studio R. P. AMATI VARCIN ejusdem Societatis.



LUGDUNI,
Apud ANISSONIOS, JOAN. POSUEL & CLAUD. RIGAUD.

M. DC. LXXXX.

CUM PRIVILEGIO REGIS.

Digitized by Google

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

INDEX
TRACTATUUM, LIBRORUM, & Propoſitionum, quæ in Tomo tertio continentur.

TRACTATUS XV.
ARCHITECTVRA MILITARIS.

LIBER PRIMUS.

Principia univerſalia Architecturæ Militaris.

PROP. I. DE progreſſu munitionum. 6
2. Nullus ſit in munitione locus, qui ex pluribus ſtationibus videri, & telis obſeſſorum defendi non poſſit. 7
3. Defenſio brevior, obliquior, & multiplex certior eſt. ibid.
4. Maxima linea defenſionis majoris ſclopi jactum ne ſuperet. 8
5. Nullum punctum lineæ rectæ, partem ullam ejuſdem lineæ obliquè defendit. ibid.
6. Simplex angulus internus ad munitionem conſtituendam ſufficit. ibid.
7. Propugnacula aliis deſtituta rejiciuntur. 9
8. Diſtantia apicis propugnaculi ab aliâ oppoſitâ, ne ſuperet jactum majoris ſclopi. ibid.
9. Arx tota æqualiter quantùm fieri poteſt muniatur. ibid.
10. Regularis munitio irregulari præfertur. ibid.
11. Polygona plurium laterum melius muniuntur. 10
12. Arx tota agro ſuburbano, locisque omnibus vicinis ſuperior & altior ſit. ibid.
13. Menſura linearum ſemicolli. ibid.
14. Alarum menſura. ibid.
15. Ratio cortinæ ad faciem ſit ſeſquialtera. ibid.
16. Menſura Cortinæ. 11
17. Secunda Ala quam maxima fiat. ibid.
De Angulis. ibid.
18. Angulus propugnaculi, ſeu defenſus minor ne ſit ſexaginta gradibus. ibid.
19. Angulus defenſus rectus, robuſtiſſimus licet, nonnihil acuto præferendus non eſt. 12
20. Angulus defenſus obtuſus rejicitur. ibid.
21. Angulus Polygoni acutus munimenti eſt incapax. ibid.
22. Angulus defendens interior gradus quindecim ſibi vindicat. ibid.
23. Angulus defendens exterior, ſeu angulus forcipulæ centum quinquaginta gradus non excedat. 13
24. Angulus humeri 105 gradus habeat. ibid.
25. Angulus imminutus eſt 15 graduum. ibid.
26. Ala ad Cortinam, aut ad lineam defenſionis perpendicularis eſto. ibid.
27. Angulus alam determinans ſit 45 graduum. 14
Figura & diſpoſitio partium. ibid.
28. Propugnacula ſeparata rejiciuntur. ibid.
29. Propugnaculorum facies rectæ ſint. ibid.
30. Propugnacula plena vacuis præferuntur, novo vallo reſciſſa omnium optima ſunt. ibid.
31. Auricula ſimplici humero præſtat. 15
32. Angulus Cortinarum rejicitur. ibid.
33. Immodica valli altitudo nociva eſt. ibid.
34. Vallum promurale planitiem agri ſuburbani non multum ſuperet. ibid.
35. Latitudo foſſæ maximarum arborum longitudinem excedat. 16
36. Foſſa ſicca aquis plena præſtat. ibid.
37. Via tecta, & ejus lorica faciebus propugnaculorum, aut munitionum exterarum parallelæ ſint. 17
38. Altitudo loricarum ſit 6 pedum. ibid.
39. Partes centro propiores, remotioribus ſint altiores. ibid.
40. Antiqua methodus muniendi ſecundùm Gallos. ibid.
41. Methodus communis Gallica. ibid.
42. Methodus Italica. 18

Digitized by Google

Index Tractatuum

43. *Methodus Hiſpanica.* ibid.
44. *Methodus Hollandica.* ibid.
45. *Methodus Comitis de Pagan.* ibid.

ARCHITECTURÆ MILITARIS

LIBER II.

De munitionibus regularibus.

PROP. I. *Lineam perpendicularem ducere.* 19
2. *In puncto dato lineæ propoſitæ, angulum quemcumque conſtituere.* 20
3. *Scalam exapedarum, aut pedum conſtruere.* ibid.
4. *Polygonum regulare circulo inſcribere* ibid.
5. *Angulum centri in quolibet Polygono invenire.* 21
6. *Angulum circumferentiæ in quolibet Polygono reperire.* ibid.
7. *Suprà lineam datam, Polygonum quodcúmque regulare deſcribere.* ibid.
8. *Munire quadratum, & pentagonum methodo Gallicâ communi.* 22
9. *Exagoxum & reliqua omnia polygona munire methodo Gallicâ communi.* ibid.
10. *Quadratum methodo Gallicâ communi interiùs munire.* 23
11. *Pentagonum methodo Gallicâ interiùs munire.* ibid.
12. *Exagonum methodo Gallicâ interiùs munire.* ibid.
13. *Quodlibet polygonum methodo Gallicâ interiùs munire.* ibid.
14. *Quadratum methodo Gallicâ munire, ope anguli dirigentis.* 23
15. *Munire quodcúmque polygonum, eique defenſionem ſtringentem, aut figentem tribuere, angulo dirigente.* 24
16. *Munitionem Gallicam tabulis ſupputatis perficere.* ibid.
Tabula Munitionis Gallicæ. 25
17. *Modus antiquus munitionis Gallicæ,* ibid.
18. *Quodcúmque polygonum methodo Italicâ munire.* ibid.
19. *Quodcúmque polygonum methodo Hiſpanicâ munire.* 26
20. *Quodcúmque polygonum methodo Hollandicâ munire.* ibid.
21. *Dato latere exteriori polygoni munitionem Hollandicam deſcribere.* ibid.
22. *Dato latere interno munitionem Hollandicam perficere.* 27
23. *Munitionem deſcribere ſecundùm methodum Comitis de Pagan.* ibid.
24. *Variæ muniendi methodus.* ibid.
25. *De ſupputatione linearum, & angulorum ichnographicorum.* 28
26. *Angulum defenſum, imminutum, defendentem externum & internum, & angulum humeri reperire.* ibid.
27. *Invenire angulum determinantem alæ, angulum capitalis & cortinæ, angulum oppoſitum facici, & angulum capitali oppoſitum.* ibid.
28. *Datâ facie propugnaculi, invenire frontem & productionem alæ.* 29
29. *Cognitâ facie invenire capitalem.* ibid.
30. *Datâ capitali invenire diſtantiam polygonorum, latus internus, lineam ſemicolli, & alam.* ibid.
31. *Cognitâ alâ, invenire ſecundam alam & liberam ſtringentis.* ibid.
32. *Cognitâ Polygonorum diſtantiâ & fronte, invenire lineam defenſionis maximam.* ibid.
33. *Dato ſemilatere polygoni radium cognoſcere.* ibid.
Tabula angulorum ſecundùm varias methodos. 30
Anguli munitionum ſecundum 1. methodum Hollandicam. 31
Anguli munitionum ſecundùm 2. methodum Hollandicam. 32
Anguli munitionum tertiæ methodi Hollandicæ. 33
Anguli munitionum primæ & ſecundæ Hollandiæ methodi. 34
Anguli munitionum tertiæ methodi Hollandicæ. 35
Anguli munitionum ſecundùm Marolois. 36
Anguli munitionum ſecundùm Erardum. 37
Tabula ſectionum verticalium ſumptarum perpendiculariter ad facies. 38
Tabula ſectionis verticalis munitiunclarum. 39
34. *Alarum & ſtationum diſpoſitio.* 40
35. *Diſpoſitio partium propugnaculi ſecundùm mentem Comitis de Pagan.* ibid.
36. *Circà munitionis diagramma ichnographicum vallum, viam tectam, & ejus acclivitatem deſcribere.* 41
Tabula latitudinem valli, foſſæ, viæ tectæ, & ejus acclivitatis exhibens ſecundùm angulum munitionis. *ibid.*
Tabula latitudinem valli foſſæ, viæ tectæ, & ejus acclivitatis exhibens in medio cortinæ. *ibid.*
37. *Munitionis ſectionem verticalem deſcribere.* 42
Tabula ſectionis verticalis. 43
38. *Munitionem in ſolo deſcribere.* 44
39. *Alia praxis munitionis in ſolo exarandæ, dùm centrum occupatur.* ibid.
40. *Prima praxis ſitum munitionis interius explorandi.* 44
41. *Secunda praxis munitionis ſitum interiùs explorandi.* 45
42. *Tertia praxis munitionis ſitum interiùs explorandi.* ibid.
43. *Praxes metiendorum angulorum, quos muri comprehendunt.* ibid.
44. *Prima praxis munitionis ſitum exteriùs explorandi.* 46
45. *Secunda praxis munitionis ſitum exterius explorandi.* ibid.
46. *Tertia praxis ſitum munitionis exteriùs, & à longè explorandi.* ibid.
47. *Suppoſitiones de Planimetriâ.* 47
48. *Suppoſitiones ſtereometricæ.* 48
49. *Valli ſoliditatem metiri.* ibid.
50. *Foſſarum capacitatem metiri.* 49
51. *De muris.* ibid.
52. *De fundamentis.* 50
53. *De valli fabricâ.* ibid.
54. *De portis.* ibid.
55. *De vicorum ordine intrà munitionem.* 51
56. *De Aggeribus* (Cavaliers.) ibid.
57. *De ſpeculis.* 52

ARCHI

Digitized by Google

Librorum & Propoſitionum.

ARCHITECTURÆ MILITARIS

LIBER III.

De operibus externis.

PROP. I. *Opera externa cùm emolumento, munitionibus adduntur.* 52
2. *Regulæ generales operum externorum.* 53
3. *De Parmulis.* ibid.
4. *Praxis Parmularum.* 54
5. *Caſſides ſeu lunulæ.* ibid.
6. *Praxis caſſidum ſeu lunularum.* 55
7. *De Cornutis.* ibid.
8. *Praxis Cornutorum.* 56
9. *De Coronatis.* ibid.
10. *Praxis coronatorum.* ibid.
11. *De forcipibus.* 57
12. *Praxis forcipum.* ibid.
13. *De tranſverſis.* 58
14. *Praxis tranſverſarum.* ibid.
15. *Propugnaculi exterius vallum.* ibid.
16. *Praxis externi valli.* 59
17. *Prima diſpoſitio operum externorum ſecundùm mentem Comitis de Pagan.* ibid.
18. *Secunda diſpoſitio operum externorum ſecundùm mentem Comitis de Pagan,* ibid.
19. *De duplicibus propugnaculis.* 60
20. *Variæ diſpoſitiones & figuræ viæ tectæ.* ibid.
21. *De ſectione verticali operum externorum.* 61
Tabula partium operis externi. *ibid.*
23. *Lineam quinquaginta expedis minorem munire.* ibid.
24. *Lineam longiorem munire.* ibid.
25. *Secundus modus muniendæ lineæ longioris.* 70
26. *Tertius modus muniendi lateris longioris.* ibid.
27. *Quartus modus muniendi lateris longioris.* ibid.
28. *Quintus modus muniendi lateris longioris.* ibid.
29. *Sextus modus muniendi lateris longioris.* ibid.
Tabula ſubtenſararum polygoni interni & externi. 71
30. *Primus modus muniendæ erbis mœnibus cinctæ.* 72
31. *Secundus modus muniendæ urbis mœnibus cinctæ.* ibid.
32. *Tertius modus muniendæ urbis mœnibus cinctæ.* ibid.
33. *Correctio vallorum antiquorum.* 73
34. *Suburbia nociva ſunt.* ibid.
35. *De munitionibus montanis.* ibid.
36. *Primus modus corrigendæ munitionis, cui collis imminet.* 74
37. *Secundus modus corrigendæ munitionis, cui collis imminet.* ibid.
38. *De locis inſularibus muniendis.* ibid.
39. *De Arcibus.* 75
40. *Commoda & incommoda plurimorum ſituum.* 76

ARCHITECTURÆ MILITARIS

LIBER IV.

De munitionibus irregularibus.

PROP. I. *Varii modi minùs congrui munitionis irregularis.* 62
2. *Locum irregularem, cujus latera apta ſunt, & anguli, recti munire methodo Gallicâ.* 63
3. *Modus muniendæ figuræ regularis aptæ, ità ut ſigentem defenſionem ſortiatur.* ibid.
4. *Figuram irregularem legitimam munire ope anguli dirigentis.* ibid.
5. *Figuram irregularem munire methodo Hollandicâ.* 64
6. *Figuram irregularem interius munire.* ibid.
7. *Alter modus irregularem figuram interius muniendi.* 65
8. *Locum irregularem methodo Hollandicâ interiùs munire.* ibid.
9. *Locum irregularem methodo Comitis de Pagan interiùs munire.* ibid.
10. *Irregularem figuram regulariter munire.* ibid.
11. *Figuram ad munitionem ineptam munire,* 66
12. *Angulum acutum munire.* ibid.
13. *Altera correctio anguli acuti.* 67
14. *Tertia correctio anguli accuti.* ibid.
15. *Prima correctio anguli interni.* ibid.
16. *Secunda correctio anguli interni.* 68
17. *Tertia correctio anguli interni.* ibid.
18. *Quarta correctio anguli interni.* ibid.
19. *Quinta correctio anguli interni.* ibid.
20. *Sexta correctio anguli interni.* ibid.
21. *Stellatam munitiunculam emendare,* 69
22. *Lineam breviorem munire,* ibid.

ARCHITECTURÆ MILITARIS

LIBER V.

De opèribus ad impugnandas urbes neceſſariis.

PROP. I. *De caſtrametatione in genere.* 76
2. *Unius legionis caſtrametatio.* 77
3. *Caſtrametatio æquitatûs.* ibid.
4. *Caſtrametatio generalis, ſeu quarterii, aut exercitûs integri.* 78
5. *Munitiones caſtrorum, ſeu quarterii.* ibid.
6. *De circumvallatione.* ibid.
7. *De munitiunculis in circumvallatione extruendis.* 79
8. *Primum exemplar munitiunculæ triangularis.* ibid.
9. *Secundum exemplar munitiunculæ triangularis.* 80
10. *Tertium exemplar munitiunculæ triangularis.* ibid.
11. *Quartum exemplar munitiunculæ triangularis.* ibid.
12. *Quintum exemplar &c.* ibid.
13. *Primum exemplar munitiunculæ quadratæ.* 81
14. *Varii modi munitiunculæ quadratæ.* ibid.
15. *Allæ munitiunculæ quadratæ.* ibid.
16. *De munitiunculis ſtellatis.* ibid.
17. *Sectio verticalis reductuum, & munitiunculatum.* 82
18. *De diſpoſitione circumvallationis.* ibid.
19. *De Pontibus ad quarteriorum communicationem requiſitis.* ibid.
20. *De tormentorum bellicorum ſuggeſtis.* 83
21. *De lineis obſidionalibus.* ibid.
22. *Difficultates, quæ occurrunt in lineis acceſſuum.* 84
23. *Impugnanda eſt potiùs facies propugnaculi quam cortina.* ibid.
24. *De perfodiendâ foſſâ crepidine.* 85
25. *De vineâ.* ibid.
26. *De tranſmittendâ foſſâ, dùm plena eſt.* ibid.
27. *De cuniculis.* 86
28. *De oppugnatione externorum operum.* ibid.
29. *De inſtituto tormento.* ibid.
30. *De munitione domorum campeſtrium.* 87

Digitized by Google

Index Tractatuum,

ARCHITECTURÆ MILITARIS

LIBER VI.

Defensio.

PROP. I. NOnnulla opera ad irritandas hostium repentinas irruptiones. 87
2. Defensio contra tormentum bellicum. 88
3. Defensio contra igneos globos. ibid.
4. Contra obsidionales lineas. ibid.
5. De resciſſionibus generalibus. ibid.
6. De resciſſionibus particularibus. 89
7. De Anticuniculis. ibid.
8. De Arcis, seu resciſſionibus tectis. 90
9. De vacerris, palis, repagulis, muricibus. ibid.
De perſpectivâ militari. ibid.
10. Primum principium perſpectivæ militaris. Ichonographia eadem perſeverat. 90
11. Secundum principium perſpectivæ militaris. Lineæ verticales ſunt parallelæ inter ſe, ſuaſque dimenſiones conſervant. 91
12. Muros verticales cuilibet plano geometrico inſiſtentes exhibere. ibid.
13. Suprà ichnographiam Geometricam muros acclives excitare. ibid.
14. Vallum, & loricam cùm ſuis acclivitatibus excitare ſuprà planum geometricum. ibid.
15. Foſſas exhibere. 92
16. Integræ munitionis diagramma deſcribere. ibid.

TRACTATUS XVI.

HYDROSTATICA.

PROP. I. EA corpora gravia in aquâ merguntur, quorum momentum majus eſt momento aquæ, ſurſum impellendæ, aut ſuſtentatæ. 94
2. Dum aqua ambiens, æqualis eſt priſmati demerſo, moles aquæ aſcendens minor eſt parte corporis demersâ. ibid.
3. Ut ſe habet ſuperficies aquæ ambientis priſma demerſum, ad ſuperficiem totius aquæ antè demerſionem, ità ſe habet aqua aſcendens ad partem priſmatis demerſam. ibid.
4. Dum mergitur corpus, elevatio aquæ ſupra ſuperficiem priſtinam ſe habet ad deſcenſum priſmatis, ut baſis priſmatis ad ſuperficiem aquæ circumfuſæ. 95
5. Parùm aquæ eſt in æquilibrio cum multâ aquâ, quoties ſcilicet ſunt in eâdem lineâ horizontali. ibid.
6. Si pars corporis immerſa, æqualis ſit in mole, aquæ quæ toti corpori æquiponderet, erit æquilibrium. ibid.
7. Corpus in ſpecie levius aquâ, non mergetur totum. 96
8. Corpus in ſpecie gravius aquâ totum mergitur. ibid.
9. Corpus æqualis gravitatis cum aqua, totum mergetur, indifferens tamen erit ad quemlibet locum in aquâ obtinendum. ibid.
10. Corpus in ſpecie levius aquâ, à quantumlibet parva aqua ſuſtentari poteſt. ibid.
11. Quodcúmque corpus levius aquâ, tam benè ſuſtentatur in aquâ profundâ, quàm in non profundâ, nec magis in unâ, quàm in aliâ mergitur. ibid.
12. Corpus in ſpecie gravius aquâ, nec à toto mari ſuſtentari poteſt. 97
13. Priſma levius aquâ in ſpecie poſitum in vaſe, non aſcendet, donec tanta infundatur aqua, ut ita ſe habeat altitudo priſmatis ad altitudinem aquæ, ut gravitas ſpecifica aquæ ad gravitatem ſpecificam priſmatis. ibid.
14. Liquores leviores levitate ſpecificâ aliis gravioribus ſupernatant. ibid.
15. Fieri poteſt ut navis in mari ſupernatet, in aquâ fluviali demergatur. 98
16. Vas metallicum plenum aquâ mergitur, vacuum ſupernatat. ibid.
17. Idem corpus, modò aquæ ſupernatat, modò mergitur. 99
18. Naviculam conſtruere, quæ ad libitum aut magis, aut minùs mergatur, immò nonnumquam tota ſub aquis lateat. ibid.
19. Termometrum conſtruere. 100
20. Quomodò intelligatur navium magnitudo quam per dolia metimur. ibid.
21. Cognito navis, aut cujuſcúmque ſolidi pondere, determinare quantùm in aquâ mergatur. ibid.
22. Eadem virtus requiritur ad ſuſtentandam aquam in aëre, quæ neceſſaria eſt ad vas aliquod vacuum, ejuſdem aquæ capax in aquam immergendum. ibid.
23. Demerſas naves extrahere. 101
24. Cur aquæ profundiores bolide explorari non poſſint. ibid.
25. In humidis diverſis, partes ejuſdem corporis ſolidi levioris demerſæ, ſe habent reciprocè ut gravitates ſpecificæ humidorum. 101
26. Explorare an aqua una, aliâ ſit levior, & magis aut minùs ſaturata ſale, 102
27. Quantùm ſalis contineat qualibet aqua, inveſtigare. 102
28. Invenire gravitatem aquæ. 103
29. Corpus in aquâ levius eſt quàm in aëre, pondere aquæ ſibi in mole æqualis. ibid.
30. Propoſito corpore, quod ſit gravius aquâ; aſſignare pondus aquæ ipſi æqualis in mole. 104
31. Ut pondus corporis ſolidi in aëre exiſtentis ad id quod amittit in humido, ita gravitas ſpecifica ejuſdem ad gravitatem ſpecificam liquidi. ibid.
32. Aliter inveſtigare, quantùm aqua ſalis contineat. ibid.
33. De coronâ Archimedis, ſeu examinare aurum Hydroſtaticè. 105
34. Adulteratam monetam, item auri qualitatem hydroſtaticè cognoſcere. 106
35. Stateram brachiorum æqualium ità componere, ut una libra aquæ, centùm libras attollat. ibid.
37. Figura præcisè nihil facit, ut corpora mergantur, vel non mergantur. 108

38. Figura

Digitized by Google

38. *Figura multùm confert, ut corpora velociùs, aut tardiùs in humido deſcendant.* 108
39. *Lamina lignea, quò latior erit, eò etiam tardiùs aſcendet ex aquâ.* 109
40. *Corpus humido levius, citiùs aſcendi ex humido graviori.* 109
41. *De cingulis pneumaticis.* ibid.
42. *De navibus ſub aquâ natantibus.* ibid.
43. *Aqua eſt gravitatis homogeneæ, nec aqua inferior ſenſibiliter eſt denſior ſuperiore.* 110

TRACTATUS XVII.
DE FONTIBUS NATURALIBUS, ET FLUMINIBUS.

PROP. I. UNA *libra aquæ, mille aquæ libris aquiponderat, ſi utriuſque ſuperficies ſit in eadem horizontali lineâ.* 112
2. *Una libra aquæ præponderat mille libris aquæ, ſi ejus ſuperficies ſit altior earum ſuperficie.* ibid.
3. *In tubis etiam inclinatis communicantibus una libra erit in æquilibrio, cùm mille libris ſi eandem lineam horizontalem attingant.* ibid.
4. *In quibuſlibet tubis, quomodocumque diſpoſitis, aquæ erunt in æquilibrio, ſi eandem horizontalem lineam attingant.* 113
5. *Fontes genio ſuo relicti, non poſſunt aſcendere ſupra ſcaturiginem ſuam.* ibid.
6. *Fluidum per declivem ſuam exercet gravitationem æqualem tamen præcisè gravitationi perpendiculari ejuſdem altitudinis.* ibid.
7. *In ſyphonibus, & tubis communicantibus in parte ſuperiori, una libra aquæ erit in æquilibrio cùm centum libris, ſi ad eandem lineam horizontalem perveniant.* 114
8. *Si duo liquores in duobus tubis communicantibus contineantur, erit ut gravitas ſpecifica unius ad gravitatem ſpecificam alterius; ita reciprocè altitudo unius liquoris, in ſuo vaſe, ad altitudinem alterius.* 115
9. *Si aër gravitet, tota aërea regio ſe habet per modum vaſis, & tubus parte ſuperiori clauſus per modum alterius tubi communicantis.* 116
10. *In fluidis gravitatio perpendicularis prævalet.* ibid.
11. *Nonnumquam ex accidenti in minutioribus tubis ab æquilibrio humidum exorbitat.* ibid.
12. *Aſſenſus aquæ ſuprà libellam, in minutioribus tubis nihil confert ad motum perpetuum.* 119
13. *De fontium origine.* ibid.
14. *Fontem naturalem conſtruere.* 121
15. *Fons Altacombanus, & fons Puigroſſenſis ſtatis tantùm vicibus decurrentes.* 122
16. *Libellatio.* 123
17. *In linea horizontali duo puncta æqualiter à puncto contactus, ſeu puncto perpendiculi remota, æquè alta ſunt, inæqualiter remota diverſam habent altitudinem.* 126
18. *Si libella applicetur in unò extremo, majorem in alio extremo altitudinem indicabit.* ibid.
19. *Dùm plures inſtituuntur libellationes, libellâ in medio ſignorum collocata deſcribitur polygonum terræ concentricum.* 127
20. *Aqua fluere poteſt, etiamſi terminus à quo ſit infrà lineam horizontalem termini ad quem, multò magis ſi fuerit ſuprà.* ibid.
21. *Si terminus ad quem fuerit infrà lineam horizontalem termini à quo, non ſemper aqua poterit deduci.* ibid.
22. *Alveus longior in lineam rectam extenſus, ineptus eſt ad derivandam aquam.* 128
23. *Cognitâ diſtantiâ libellæ, à termino à quo, & angulo inclinationis, determinare an ſit altior, & quantùm, ipsâ libellâ.* ibid.
24. *Idem per ſe error ſequitur, ſive plures, ſive unica fiat libellatio.* ibid.
25. *Fontium derivatio.* 129
26. *Si duo vaſa per lumina æqualia eodem tempore aquam effundant, erit eorum altitudo in duplicata ratione aquæ fluentis.* 130
27. *Datâ proportione aquæ fluentis, ex duobus tubis per æquale lumen, eodem tempore, & datâ unius altitudine, alterius altitudinem invenire.* 131
28. *Datâ tuborum altitudine, invenire rationem aquæ fluentis, per æquale lumen in utroque factum.* 132
29. *Quantùm aquæ fluat ex tubo inclinato.* ibid.
30. *In tubis æquè altis per ſe loquendo, aquæ fluentes ſe habent ut lumina.* ibid.
31. *Quomodo collocanda ſint lumina in piſcina.* ibid.
32. *Tempora quibus tubi æquè alti, per æquale lumen exhauriuntur, ſe habent ut baſes.* 133
33. *Tubi æqualium baſium, & altitudinis inæqualis per æquale lumen vacuantur temporibus, quæ habeant rationem altitudinum ſubduplicatam.* ibid.
34. *Dividere tubum in partes ſingulis temporibus vacuandas.* 134
35. *Variæ experientiæ circa tuborum vacuationem.* ibid.
36. *Verticalium ſalientium altitudo, per ſe æqualis eſt, aquæ perpendiculo.* 135
37. *Impedimenta propter quæ ſalientium verticalium altitudo non adæquat aquæ perpendiculum.* ibid.
38. *Salientes horizontales ſunt in ſubduplicata ratione perpendiculorum.* 136
Ad propoſitiones de aquis currentibus obſervationes. 137
39. *Quamdiu fluvius in eodem ſtatu permanet, æqualis aqua per omnes illius ſectiones fluit.* ibid.
40. *Quomodo metienda fluminis velocitas.* 138
41. *Si duæ ſectiones fluminis, aut duo foramina, æquali tempore, æqualem aquam tribuant, erit reciprocè ut ſectio ad ſectionem; ita velocitas ad velocitatem.* ibid.
42. *Aqua fluens per unam ſectionem, ad aquam fluentem per aliam, eſt in ratione compoſita ex rationibus ſectionis ad ſectionem; & velocitatis ad velocitatem.* ibid.
43. *Velocitas fluminis influentis in alium, ad velocitatem quam habet in alieno alveo, habet rationem compoſitam, ex ratione latitudinis 2, alvei ad latitudinem*

Digitized by Google

Index Tractatuum,

latitudinem 1, *& ex ratione intumescentiæ* 2 *ad altitudinem primi.* 139

44. *Augmenta fluvii ab eadem aquâ immissâ, à torrente aucti, se habent in reciproca ratione velocitatum in flumine acquisitarum.* ibid.
45. *De causis intumescentiæ fluminis.* ibid.
46. *Aucto fluvio, quantitas aquæ fluentis, ad quantitatem pristinam, habet rationem compositam, ex ratione altitudinis, & ratione velocitatis.* 140.
47. *Quomodo aquæ fundum excavent.* ibid.
48. *Quomodo derivatione minuantur fluminum aquæ, & exsiccentur paludes.* ibid.
49. *Quando flumen excrescit in altitudinem vivam, velocitas nova ad velocitatem pristinam est in subduplicata ratione altitudinis.* 141
50. *De cadentia fluvij, ut aqua currat.* ibid.
51. *Quando flumen excrescit in altitudinem vivam, aqua quam post incrementum transmittit, ad eam quam antea transmittebat, habet proportionem compositam ex ratione altitudinum & subduplicatâ ratione altitudinum.* ibid.
52. *Quanta aqua addenda sit, ut fluvius uno pede crescat respectivè ad aquam fluentem.* 142
53. *Datâ altitudine vivâ fluminis, & aquæ quantitate per ejus alveum defluentis, aut ejus velocitate, & sectione, data insuper quantitate aquæ fluentis æquali tempore in torrente influente, seu dato ejus alveo, & velocitate, scire quanta sit futura fluminis intumescentia.* ibid.
54. *Quomodo mensuranda aqua per canales inclinatos.* 143.
55. *Applicatio præsentis doctrinæ peculiari materiæ.* ibid.
56. *Ut se habet superficies basis, aut lacus ad sectionem alvei per quem exoneratur; ita velocitas aquæ in prædicto alveo ad decrementum aquæ in lacu, aut vase.* 144.

TRACTATUS XVIII.

DE MACHINIS HYDRAULICIS.

PROP. I. Attractio, *seu aëris gravitatio.* 145
2. *Syphon inversus varie interruptus.* 146
3. *Salientem in vitreo vase exhibere, quæ scaturiginis altitudinem superet.* ibid.
4. *Fontis alicujus dimidiam aquam supra scaturiginem attractione attollere.* 147
5. *Fontis aliquam partem, ad quamcumque altitudinem attollere.* ibid.
6. *Duo vasa ita constituere, ut per attractionem tantumdem præcisè vini ex uno hauries, quantùm aquæ in aliud infuderis.* ibid.
7. *Fluxus liquidorum per attractionem impeditur.* 148

SECUNDUM PRINCIPIUM.

Vis expulsiva corporum, 149
8. *Fons Heronis.* ibid.
9. *Dimidiam fontis aquam, suprà scaturiginem attollere per vim expulsivam.* ibid.
10. *Salientem aliomodo exhibere.* 150
11. *Tertiam aquæ partem ad duplam altitudinem evehere expulsione.* ibid.
12. *Vasa concordia.* 151
13. *Duo vasa, quorum unum tantùm vini profundet, quantùm aquæ in alterum infuderis.* ibid.
14. *Vas construere, quod quamdiu infuderis aquam, illam excipit, si semel desistas non amplius excipit.* ibid.
15. *Vas construere, è quo vinum fluet per unum canalem, si aquam infundamus, cessabit vini fluxus, & aqua per duos canales fluet, quâ cessante rursùs fluet vinum.* ibid.
16. *Vas construere, in quo quantumlibet hauries, manebit tamen liquor, in eadem altitudine.* 152
17. *Tertiam fontis partem ad altitudinem duplam utraque vi expulsiva, & attractiva attollere.* ibid.
18. *Fontem in quo avicula totam aquam sorbet vi expulsivâ, & attractivâ construere.* ibid.

Vis rarefactiva, condensativa & elastica. 152
19. *Vi rarefactiva ignis, salientem efformare.* ibid.
20. *Memnonis statua, aut avicula.* 153
21. *Fons perpetuus, per rarefactionem, immo & motus perpetuus.* 154
22. *Termometrum multiplex.* ibid.
23. *Hydrometrum multiplex.* 155
24. *Æolipila.* ibid.
25. *Fonticulus per compressionem aëris.* ibid.
26. *Navicula seipsa mobilis.* 156
27. *Sclopetrum pneumaticum construere.* ibid.
28. *Alii fontes per compressionem aëris aut aquæ.* 157
29. *Fonticulus per aëris dilatationem.* ibid.
30. *Clepsidram construere.* ibid.
31. *Variæ clepsidræ, & horologia hydraulica.* ibid.
32. *De arenariis.* 159
33. *De tympano semel intra horam volubili.* ibid.
34. *Aquâ ventum producere.* 160
35. *Situlæ automatæ dimidiam fontis aquam altiùs evehentes.* 161
36. *Organa Pythaulica.* 162
37. *Avicularum cantum hydraulicè producere.* ibid.

De machinis aquariis. *ibid.*
38. *Rota situlis instructa.* 163
39. *Catenæ situlis instructæ.* ibid.
40. *Rota Bremensis.* 164.
41. *Rota helicibus instructa.* ibid.
42. *Helix circa cylindrum.* ibid.
43. *Rosarium.* 165
44. *Varii modi situlis aquam attollendi.* ibid.
45. *De cochleari.* 166
46. *De anthliis.* ibid.
47. *De Machinis ad restinguenda incendia.* 168
48. *Salientem anthliis efficere.* 169
49. *De anthliis, follibus, serris cæterisque, quæ aquæ cursu agitantur.* ibid.
50. *Variæ fontium ornamenta.* ibid.

TRACTA

Digitized by Google

TRACTATUS XIX.

ARS NAVIGANDI.

DE NAVIGATIONE

LIBER I.

Notiones universales.

PROP. I. *De navium mensurâ & magnitudine.* 178
2. *Proportio partium navigii, secundùm regias constitutiones.* 179
3. *Ordinaria partium navigii proportiones.* ibid.
4. *Remus ad vectem secundi generis revocatur.* 180
5. *De viribus remigationis.* 181
6. *Defectus remigationis.* ibid.
7. *Diversi modi remigandi.* ibid.
8. *De gubernaculo.* 182
De ventis. *ibid.*
9. *Quid sit ventus.* ibid.
10. *Causa proxima ventorum potest esse exhalatio.* 183
11. *Vapor potest esse causa ventorum.* 184
12. *An aër se ipso in ventum moveri possit.* ibid.
13. *Vera causa ventorum aperitur.* ibid.
14. *Plurima quæstiones circa ventum.* 186
15. *De ventis provincialibus.* ibid.
16. *De procellis & tempestatibus.* 187
17. *De Etesiis seu anniversariis ventis.* 188
18. *Tempus variis navigationibus aptum.* 189
19. *Signa mutationis temporis.* ibid.
20. *De vi, quâ ventus naves impellit.* 190
21. *Velificatio.* 191
22. *An ventus posticus obliquo sit optabilior.* ibid.
23. *Quot venti obliqui sint utiles.* ibid.
24. *Quid agendum in procellis.* 192
25. *De Anchorarum usu.* 192
26. *Fluvium sine ullâ remigatione transmittere.* 193
27. *Adverso fluvio, sine velis, sine ullâ animalium tractione navigare.* ibid.
28. *Ab uno fluvio in alium inæqualis superficiei, naviculas trajicere.* 194

DE NAVIGATIONE

LIBER II.

Principia Astronomica navigationi peragendæ accommodata.

PROP. I. *Tellus & mare unum globum componunt.* 195
2. *Locus infimus ad quem feruntur omnia gravia, est centrum terræ.* ibid.
3. *Tellus physicè in centro cœli posita est, habetque rationem puncti.* 196
4. *Duplex solis motus.* ibid.
5. *De æquatore primo sphæræ circulo.* 197
6. *De zodiaco.* ibid.
7. *De tropicis, polaribus, aliisque parallelis.* 198
8. *De Coluris.* ibid.
9. *De Meridiano.* ibid.
10. *De horizonte sensibili, seu physico.* 199
11. *De horizonte rationali.* ibid.
12. *Circuli cœlestes in telluris superficie intelligi, in mappis geographicis & globis notari debent.* 200
13. *Quinam circuli globis & mappis geographicis inscribantur.* ibid.
14. *De latitudine telluris.* 201
15. *De latitudine alicujus regionis.* ibid.
16. *Latitudo æqualis est altitudini poli.* ibid.
17. *Mutatio horizontis, & zenith in poli & æquatoris altitudinem refunditur.* 202
18. *De longitudine regionis.* 203
19. *Regiones, quæ sub eodem meridiano jacent, meridiem & reliquas horas astronomicas simul habent.* ibid.
20. *Meridianorum distantia æqualis est horarum differentiæ.* 203
21. *De primo meridiano.* ibid.
22. *De circulis azimuthalibus, elevatione syderum, & amplitudine ortivâ, aut occiduâ.* ibid.

Methodus observandæ syderum altitudinis in mari, &c.

23. *Prima principia observationum.* 204
24. *De annulo astronomico.* 205
25. *De quadrato geometrico.* ibid.
26. *De cruce geometricâ, seu balistâ.* 206
27. *Usus crucis geometricæ.* 207
28. *De semibalistâ, aut semicruce geometricâ.* ibid.
29. *Constructio quadrantis.* 208
30. *Primus usus quadrantis.* ibid.
31. *Alii usus quadrantis.* ibid.
32. *De quadrante Anglico.* 209
33. *Correctio quadrantis Anglici.* ibid.
34. *Aliud instrumentum facilius.* 210
35. *Alii usus quadrantis.* ibid.
36. *De alio usu quadrati geometrici.* 211
37. *Quadrantem circuli virtualiter augere.* ibid.
38. *Observata solis elevatio per umbram sumpto limbo maris pro horizonte, minor est verâ.* 212
39. *Observata stellæ elevatio, assumpto limbo maris pro horizonte, major est verâ.* ibid.
40. *Observatio sydéris præcisa est, dùm pro horizonte assumitur linea perpendicularis ad lineam perpendiculi.* 213
41. *Methodus supputandæ correctionis observationibus adhibendæ, propter altitudinem oculi.* ibid.
42. *Usus Tabulæ.* 214
43. *De Parallaxi.* 215
44. *De Refractionibus.* ibid.
Tabula refractionum. *ibid.*
45. *Nonnulli errores vitandi.* ibid.

Digitized by Google

Index Tractatuum,

DE NAVIGATIONE

LIBER III.

De Pixide magneticâ.

PROP. I. Constructio pixidis nauticæ. 216
2. Variæ pixidum formæ, ad declinationem observandam accommodatæ. 218
3. De Plagis, seu Rumbis. ibid.
4. De divisione Rosæ usurpari solita in Oceano. ibid.
5. Divisio Rosæ nauticæ usurpatæ ab incolis oræ maritimæ Mediterranei maris. 219
6. Usus pixidis nauticæ. 220
7. Alii usus acus magneticæ. ibid.
8. Pixidum nauticarum accidentia varia. 221
9. De magneticorum declinatione. ibid.
10. Primus modus observandæ declinationis magneticæ. 222
11. Secundus modus observandæ declinationis magneticæ, nempè per stellarum elevationes. 222
12. Tertius modus observandæ declinationis magneticæ, stellam polarem adhibens. ibid.
13. Quintus modus observandæ declinationis magneticæ per stellas circumpolares, quæ per verticem non transeunt. 223
14. Quartus modus observandæ declinationis magneticæ stellam polarem adhibens. 223
15. Sextus modus observandæ declinationis magneticæ per ortum & occasum solis aut stellarum. 224
16. Septimus modus observandæ magneticæ declinationis per duas ejusdem syderis elevationes æquales. ibid.
17. Octavus modus observandæ magneticæ declinationis, unicâ solis aut stellæ observatione. ibid.
18. Nonus modus observandæ magneticæ declinationis in globo. 225
19. Decimus modus observandæ magneticæ declinationis, per Astrolabium. ibid.
20. Undecimus modus concludendæ magneticæ declinationis per Analemma ex unicâ observatione. 226
21. Invenire amplitudinem ortivam, aut occiduam. ibid.
22. Duodecimus modus inveniendæ magneticæ declinationis per amplitudines ortivas. 227
23. Correctio amplitudinis ortivæ ratione refractionis. ibid.
24. Decimus tertius modus inveniendæ declinationis magneticæ, per quodlibet horologium universale. 228
25. Cognitâ declinatione magneticâ, pixidem nauticam & rumbos corrigere. ibid.
26. Pixis nautica nulli obnoxia declinationi. 229
27. Cur qui ad orientem Mediterranei maris navigant, quarta venti integrâ deflectere cogantur. ibid.

DE NAVIGATIONE

LIBER IV.

De Loxodromiis.

PROP. I. De naturâ lineæ loxodromicæ, quam describit navis ducta ejusdem rumbi pixidis nauticæ. 231
2. Navis delata per rumbum Nord & Sud meridianum describit. 232
3. Navis sub æquatore delata, & directa per rumbos Estis aut Oüestis æquinoctialem percurrit. 232
4. Navis sub parallelo quolibet posita, & directa per rumbos Estis aut Oüestis eundem parallelum percurrit. ibid.
5. Navis, quæ dirigitur per quemcumque rhumbum obliquum, describit lineam spiralem, quam loxodromiam nominamus. ibid.
6. Nulla loxodromia in polum se induit. 233
7. Loxodromia dividitur in partes æquales à parallelis æqualiter inter se distantibus. ibid.
8. Ut sinus totus ad sinum complementi anguli loxodromici, ità milliaria decursa ad milliaria mutationis latitudinis. 234
9. Ut sinus totus se habet ad secantem loxodromici anguli, ità mutatio, latitudinis in milliaribus aut minutis, ad milliaria decursa. ibid.
10. Datâ mutatione latitudinis, & distantiâ terminorum concludere rumbum. 235
11. Dato angulo loxodromiæ, & itinere confecto invenire ejus mecodynamicum. ibid.
12. Datâ mutatione latitudinis, & angulo loxodromico invenire latus mecodynamicum. ibid.
13. Datâ mutatione latitudinis & itinere confecto, reperire crus mecodynamicum. ibid.
14. Ut sinus totus ad sinum complementi latitudinis, ità numerus milliariorum in arcu æquatoris contentorum ad numerum milliariorum similis arcûs paralleli. 236
15. Sinus complementi latitudinis cujuscumque paralleli per sinum totum divisus, dat quot sint milliaria in quolibet gradu illius paralleli. ibid.
16. Ut sinus totus ad secantem latitudinis alicujus paralleli; ità quilibet numerus milliariorum ad numerum minutorum ipsis respondentium in eodem parallelo. ibid.
17. Milliaria longitudinis, in gradus & minuta convertere. 237
18. Explicatio Tabularum Loxodromicarum. 238
19. Usus tabularum loxodromicarum. ibid.
Directio navis per sinus, tangentes, & secantes. 240
20. Mappa reducta in quâ eadem est ratio decem minutorum paralleli ad decem minuta meridiani procedendo versùs polum; quæ sinus totius, ad secantem ejusdem paralleli, præcisa est, haberque loxodromias in lineam rectam ductas. ibid.
21. Solvere omnia problemata nautica per tabulam latitudinum crescentium. 241
22. Reductio milliarium longitudinis ad gradus & minuta per medium parallelum proponitur. 242
23. Reductio milliarium in minuta longitudinis per parallelum arithmeticè medium exacta non est. 243
24. Constructio tabulæ ad milliaria longitudinis revocanda ad gradus, & minuta. 244
25. Milliaria longitudinis in gradus & minuta reducere per tabulam. ibid.
26. Reductio graduum & minutorum longitudinis in milliaria. 245
27. In omnibus loxodromiis, eadem est ratio milliariorum longitudinis, ad gradus & minuta ejusdem longitudinis, si modo navigationes inter eosdem parallelos factæ fuerint. ibid.
28. Alia reductio milliariorum in gradus longitudinis & vicissim. 246
29. Solutio omnium problematum nauticorum. ibid.
30. Praxis navigationis circularis. 248
31. Comparatio loxodromicæ navigationis cùm circulari. ibid.
32. Error ex loxodromiâ pro circulo positionis assumptâ. 249

DE

Librorum & Propoſitionum.

DE NAVIGATIONE
LIBER V.

De mappis hydrographicis & directione navigationis geometricâ.

PROP. I. *Diſcrimen mapparum hydrographicarum à Geographicis.* 249
2. *De Globo.* ibid.
3. *De navigatione circulari per mappas hydrographicas peragendâ.* 250
4. *De mappis hydrographicis planis.* ibid.
5. *De mappis per rumbos & diſtantias compoſitis.* 251
6. *De mappis reductis in genere.* 252
7. *Vera reductio mappæ hydrographicæ per latitudines creſcentes.* ibid.
8. *Datis duobus terminis invenire rumbum & diſtantiam.* 253
9. *Mappæ punctum inurere, ſeu invenire locum ad quem pervenit navis.* 254
10. *Datâ utriuſque termini latitudine, & itinere confecto, invenire rumbum per quem navigatum fuit, & locum ad quem pervenit navis.* ibid.
11. *Datâ latitudine utriuſque termini & rumbo, invenire locum ad quem pervenit navis.* ibid.
12. *De ſcalâ milliariorum univerſali & conſtructione mappæ reductæ partialis.* ibid.
13. *Dato rumbo, & itinere confecto invenire locum ad quem pervenit navis.* 255
14. *De quadrato reductionis.* 256
15. *Milliaria longitudinis, in gradus & minuta reducere & viciſſim.* 257
16. *Demonſtratum quadratum reductionis.* 259
17. *Datâ longitudine, & latitudine terminorum invenire rumbum, & diſtantiam quadrato reductionis.* ibid.
18. *Datâ latitudine termini à quo, rumbo & diſtantiâ, invenire differentiam tam longitudinis, quàm latitudinis.* ibid.
19. *Datâ latitudine utriuſque termini, & rumbo, invenire diſtantiam & longitudinum differentiam quadrato reductionis.* ibid.
20. *Datâ differentia latitudinum, & diſtantia, invenire rumbum, & differentiam longitudinum quadrato reductionis.* 260
21. *Quomodo inveniendus ſit terminus ad quem, dum navigatio per plures rumbos peracta eſt.* ibid.
22. *Mapparum hydrographicarum correctio.* ibid.

DE NAVIGATIONE
LIBER VII.

De æſtimatione itineris per obſervationes latitudinis correctâ.

PROP. I. *Quid ſit milliare determinare.* 261
2. *Primus modus æſtimandi itineris.* 262
3. *Secundus modus æſtimandi itineris.* ibid.
4. *Tertius modus æſtimandi itineris.* ibid.
5. *Modus facilis æſtimandi itineris.* 263
6. *Antiquorum methodus metiendi itineris.* ibid.
7. *Sextus modus æſtimandi itineris.* ibid.
8. *De latitudine, elevatione poli, & declinatione ſolis.* 264
9. *Dato loco ſolis, ejus declinationem invenire.* ibid.
10. *Datâ declinatione ſolis ejus locum in eclypticâ invenire.* 265
11. *De Tabulâ exhibente declinationem ſolis in ſingulos dies.* ibid.
Primus uſus tabularum declinationis ſolis. *ibid.*
12. *Invenire declinationem ſolis pro quolibet die & qualibet horâ meridiani Romani.* ibid.
13. *Invenire declinationem ſolis pro hora meridiana, ſecundùm meridianum Romanum.* ibid.
14. *Invenire declinationem ſolis pro qualibet horâ alterius meridiani.* 266
15. *Primus modus obſervandæ latitudinis per altitudinem meridianam ſolis.* ibid.
16. *Secundus modus obſervandæ latitudinis, per altitudinem meridianam ſtellæ.* ibid.
17. *Tertius modus obſervandæ latitudinis per ſtellas circumpolares.* ibid.
18. *Quartus modus obſervandæ latitudinis per ſtellam polarem.* 267
Tabula indicans quid addendum ſit altitudini ſtellæ polaris, aut ſubtrahendum, ut habeatur altitudo poli. 268
19. *Quintus modus obſervandæ latitudinis per ſtellam polarem.* 269
20. *Sextus modus obſervandæ latitudinis per amplitudinem ortivam.* ibid.
21. *Septimus modus obſervandæ latitudinis, per duas ſolis, aut ſtellæ elevationes & tempus interjectum.* ibid.
22. *Octavus modus obſervandæ latitudinis per duas ſolis altitudines & verticalium diſtantias.* 270
23. *Nonus modus obſervandæ latitudinis per elevationem duarum ſtellarum.* 271
24. *Decimus modus obſervandæ latitudinis per duas ſtellas, quæ ſimul oriuntur, aut occidunt.* ibid.
25. *Undecimus modus obſervandæ latitudinis per ortum aut occaſum non ſimultaneum duarum ſtellarum.* ibid.
26. *Duodecimus modus obſervandæ latitudinis per tempus interjectum inter ortum, aut occaſum unius ſtellæ, & illud in quo alia ſtella meridianum attingit.* 272
27. *Decimus tertius modus obſervandæ latitudinis per differentiam amplitudinum ortivarum duarum ſtellarum.* ibid.
28. *Decimus quartus modus obſervandæ latitudinis per arcum diurnum, aut nocturnum.* ibid.
29. *Decimus quintus modus obſervandæ quocumque tempore latitudinis, per hemiſphærium nauticum.* 273.
30. *Decimus ſextus modus obſervandæ latitudinis, per horologium polare, aut meridianum.* ibid.
31. *Decimus ſeptimus modus obſervandæ latitudinis per Aſtrolabium.* 274
32. *Decimus octavus modus obſervandæ latitudinis acu magneticâ.* ibid.
Tabula inclinationis magnetis. 275
33. *Correctio æſtimationis in ſimplici curſu.* ibid.
34. *Correctio curſus compoſiti.* 276
35. *Quanti momenti foret obſervatio longitudinis.* ibid.
36. *Varii modi obſervandæ longitudinis.* 277
37. *Obſervatio longitudinis per horologia.* ibid.
38. *Datâ altitudine ſolis, ejus declinatione & latitune regionis, invenire horam.* 278
39. *Antiquæ notationes circa horas.* ibid.

Digitized by Google

Index Tractatuum,

DE NAVIGATIONE

LIBER VII.

Variæ praxes nautis perutiles, & de æstu maris.

PROP. I. *De notis horariis.* 279
2. *De Diario.* ibid.
3. *Methodus describendi alicujus littoris.* 281
4. *Scenographiæ littorum & montium.* ibid.
5. *De errore cursûs navigii propter occultum maris fluxum.* 282
6. *De fluxu periodico.* 283
De motibus maris generalibus. *ibid.*
7. *De fluxu maris à polis ad æquatorem.* ibid.
8. *De fluxu maris ab ortu ad occasum.* ibid.
9. *De fluxu maris ab occasu ad ortum.* 284
De æstu maris. *ibid.*
10. *De naturâ æstûs maris.* ibid.
11. *Variæ circa causam æstûs maris, minùs probabiles opiniones rejiciuntur.* 285
12. *Andreæ Cisalpini motui telluris æstum maris tribuentis à Galilæo sententia explicata, demonstrativè refellitur.* 286
13. *Cartheſii sententia circa æstum maris, expressione materiæ subtilis ortum propter lunæ transitum, demonstrativè refellitur.* 287
14. *R. P. Fabri æstum maris per attractionem aëris à luna explicantis sententia refellitur.* 289
15. *Opinio Isaaci Vossii æstum maris calori solis tribuentis refellitur.* 290
16. *Sententia P. Theodori Moreti æstum maris, magneticæ virtuti lunæ, tribuentis refellitur.* 291
17. *Causa probabilior æstûs maris explicatur.* 292
18. *Quomodo Nauclerus æstu maris uti debeat.* 295
19. *Catalogus Portuum, & horarum quibus accidit affluxus die novilunii aut plenilunii.* ibid.
20. *Quid sit ventus?* 297
21. *An causa proxima efficiens ventorum sit exhalatio sicca.* 298
22. *An vapor possit esse causa ventorum.* 300
23. *An aër sine ullo vapore, aut exhalatione moveri possit in ventum.* 303
24. *Vera causa ventorum aperitur.* 304
25. *Cur hyeme mare sit procellosum, æstate tranquillum, & cur maximus calor ventos sedet.* 307
26. *Cur venti boreales sint frigidi, australes calidi, marini æstate frigidi, hyeme calidi, è contrà terrestres ut plurimùm hyeme frigidi sint, æstate calidi.* ibid.
27. *Cur ventus interruptis vicibus spiret, & auster, magis quàm boreas, & cur boreas major est initio, auster autem in fine, primus serenat, secundus pluvias inducit.* ibid.
28. *Cur auster de nocte ortus, boreas de die diutiùs perseverant, boreas frequentior, auster rariùs spirat.* 308
29. *De ventis Provincialibus.* 309
30. *In zonâ temperata major est ventorum inconstantia, quam in torrida in quâ frequentiores procellæ.* 310
31. *De ventis repentinis seu procellosis præcipuè de Echnephiâ.* ibid.
32. *De Typhone.* 311
33. *De Præstere.* 312
34. *De ventis anniversariis seu Etesiis.* ibid.
35. *De vi qua ventus naves impellit.* 313
36. *Variæ quæstiones circa ventos.* ibid.
Tabulæ Loxodromicæ cùm differentiâ longitudinis & milliaribus Italicis. 315
Tabula milliariorum Italicorum in gradibus parallelorum. 323
Tabula declinationis Eclypticæ. 324
Declinationum solis Tabulæ octo. 327
Tabulæ amplitudinum ortivarum. 335
Tabulæ latitudinum crescentium & inclinationis magnetis. 341
Tabulæ milliarium Est, & Oüest, quæ respondent gradibus longitudinis in quarto Rhumbo. 342
Tabula ad mutandos gradus & minuta Est & Oüest in milliaria. 346
Tabula ad gradus & milliaria centum passus. 350
Tabula ad reducenda milliaria Est & Oüest in gradus longitudinis. 352
Tabulæ Loxodromicæ in terrestria milliaria digestæ, cùm differentia longitudinum & latitudinum. 355
Tabula Declinationis Eclypticæ. 361
Tabula stellarum aliquot pro sæculo proximo. 362
Tabula ad centum annos, ad sciendum qua declinationis solis tabulâ singulis annis uti oporteat, initio ducto à primâ die Mart. 363
Tabulæ octo declinationis solis pro meridiano Romano. 364. & seqq.

TRACTATUS XX.

OPTICA

OPTICÆ

LIBER I.

Suppositiones de visione in communi.

PROP. I. *In oculi fundo objectorum imagines depinguntur,* 374
2. *Imagines objectorum depinguntur in retinâ inverso situ.* 376
3. *Rationem reddere, cur ita compositus sit oculus.* 380
4. *In quâ parte oculi fiat visio.* 381
5. *Objectum licèt per plures radios in eâdem parte retinæ collectos visum, unicum appareat.* 383
6. *Quæ sub majori angulo videntur, majora apparent.* 387
7. *Sed ad distinctam visionem requiritur, ut retina radios*

Digitized by Google

radios ab eâdem parte objecti prodeuntes, excipiat præcisè in puncto concursûs. 388
9. Ut objecta viciniora distinctè videantur, debet aut coarctari crystallinus, fierique sectio minoris sphæræ, aut retina removeri à crystallino. 389
10. Fabrica oculi materialis, cui ea omnia accidunt, quæ naturali conveniunt. ibid.
11. Quid accidat in oculo nostro, dum videmus objecta. 390
12. Præsbytæ retinam nimis habent crystallino propinquam, aut crystallinum non satis convexum. 391
13. Cur Præsbytæ melius objecta paulò remotiora vident, quàm valdè propinqua. ibid.
14. Præsbytæ majori luce indigent, ut legant. 392
15. Adhibitâ lente convexâ objectum majus videtur, & confusius, quò magis ab oculo hæc lens removetur, in certâ distantiâ confusissimè, post quam rursùs distinguuntur, & apparent inverso situ. ibid.
16. Si Præsbytæ objectum minutum valdè lucidum respiciant, videbunt illud rotundum cum aliquo capillitio radiorum, quorum si intercipiantur sinistri, videbuntur occultari dextri. 393
17. Ratio cur oculus se ipsum non videat. 394
18. Quare non videmus defectus nostri crystallini in quocumque objecto. ibid.
19. Quibus adempta est cataracta, vix habent crystallinum convexum. 395
20. Myopes, retinam à crystallino nimis remotam habent, aut crystallinum nimis convexum. ibid.
21. Quare Myopes melius objecta viciniora videant, quàm remota. 396
22. Myopes minori luce indigent, ut legant. 397
23. Quare Myopes melius videant per exiguum foramen. ibid.
24. Adhibitâ lente concavâ objecta minora apparent, & quò magis lens ab oculo removetur, eò minora apparent. 398
25. Myopes objecta lucida à longè posita vident majora, rotunda, maculis insecta. ibid.
26. De Capillitio stellarum. 399
27. Melius & distinctius oculus videt per axem opticum. 400
28. Quem effectum producat in oculo lens polyedra, seu polygono plana. 401
29. Quem effectum in oculo producat tubus opticus. 402
30. De oculorum suffusionibus, muscis, & aliis hujusmodi. ibid.
31. De radiis qui videntur ex facibus erumpere. 403
32. Pupillæ variatio. 404
33. Res quælibet per radios aliquos ante oculum decussatos videtur. ibid.
34. Objectum uno oculo multiplicari potest. 405
35. Objectum libero intuitu, & uno oculo multiplicari potest. 408
36. Objecta minuta opaca oculo nimis admota, diaphana, & mutato situ & maxima apparent. ibid.
37. Objecta alba dissita, majora videntur, nigra videntur minora. 409
38. Cur duo oculi geminatum non videant objectum. 410
39. Axes optici concurrunt in unum idemque objectum. 411
40. Duo oculi communiter melius vident, quàm unus tantùm. 412
41. Duo objecta simul non videntur distinctè. 413
42. Cæco visum tribuere. 414

OPTICÆ

LIBER II.

De visione duorum oculorum.

PROP. I. EX inclinatione axium opticorum utriusque oculi, objecti dictinctè visi distantia aliquo modo dignosci potest. 416

2. Quò major est objecti distantia ab oculo, eò melius vi duplicis vissionis, judicium ferimus de illius distantiâ. 417
3. De objecti obliquè spectati distantia minus certum judicium ferri potest, quàm de distantiâ directè spectati. 418
4. Corpus opacum, axibus opticis comprehensum nullam partem objecti omninò tegit, aliquam tamen nonnihil obscurat. ibid.
5. Si corpus opacum excedat axes opticos, aliquid objecti latebit, aliquid uno tantùm oculo videbitur, & aliquid ambobus. 419
6. Corpus opacum minus, quàm sit intervallum axium opticorum, ita tegit objectum, ut partes mediæ & extremæ objecti ab utroque oculo spectentur, reliquæ ab alterutro. ibid.
7. Si corpus opacum minus fuerit lineâ conjungente centra oculorum, quò propius fuerit oculis, eò minorem partem objecti teget; eò majorem, quò ab oculis removebitur. ibid.
8. Si corpus opacum majus fuerit oculorum distantia, quò propius erit oculis, eò majorem teget objecti partem. ibid.
9. Distantiam objecti ab oculo, etiàm unus per vicina corpora cognoscit. 420
10. Ex notâ rei magnitudine, distantiam colligimus & vicissim. ibid.
11. Magnitudinem æqualium, & similiter oculo oppositorum, quæ minùs distat, major apparet. 421
12. Magnitudines similiter oculo oppositæ, & apparenter æquales, se habent ut distantiæ. 421
13. Ejusdem quantitatis partes æquales, & æqualiter à perpendiculari distantes, æquales apparent, inæqualiter verò à perpendiculari distantes, inæquales; & quæ magis distat minor apparet. ibid.
14. Si æquales quantitates ex inæquali distantiâ videantur, aliquando major erit ratio distantiæ majoris, ad minorem, quam apparentis magnitudinis quantitatis remotioris ad magnitudinem apparentem quantitatis vicinioris, aliquando eadem erit ratio. ibid.
15. Quæ sub insensibili angulo videntur insensibilem habent apparenter magnitudinem. 422
16. Quæ in magnâ distantiâ distingui non possunt, in parvâ distinguuntur. 424
17. Quodcumque objectum minutum à quocumque oculo distingui non potest. 425
18. Oculi quorum crystallinus est minoris sphæræ segmentum, objecta minutiora melius distinguunt quàm alii. ibid.
19. Nullum objectum tantum est, ut in quâlibet ab oculo distantia distingui possit. ibid.
20. Si oculus collocetur in lineâ per centrum circuli ductâ, & ad ejus planum rectâ, omnes diametri, & semidiametri illius circuli æquales apparebunt. 426
21. Si oculus distet à centro circuli distantiâ quæ sit æqualis semidiametro, omnes diametri æquales apparebunt. ibid.

Digitized by Google

Index Tractatuum,

DE NAVIGATIONE

LIBER VII.

Variæ praxes nautis perutiles, & de æstu maris.

PROP. I. *De notis horariis.* 279
2. *De Diario.* ibid.
3. *Methodus describendi alicujus littoris.* 281
4. *Scenographiæ littorum & montium.* ibid.
5. *De errore cursûs navigii propter occultum maris fluxum.* 282
6. *De fluxu periodico.* 283
De motibus maris generalibus. *ibid.*
7. *De fluxu maris à polis ad æquatorem.* ibid.
8. *De fluxu maris ab ortu ad occasum.* ibid.
9. *De fluxu maris ab occasu ad ortum.* 284
De æstu maris. *ibid.*
10. *De naturâ æstûs maris.* ibid.
11. *Variæ circa causam æstûs maris, minùs probabiles opiniones rejiciuntur.* 285
12. *Andreæ Cisalpini motui telluris æstum maris tribuentis à Galilæo sententia explicata, demonstrativè refellitur.* 286
13. *Cartheſii sententia circa æstum maris, expressione materiæ subtilis ortum propter lunæ transitum, demonstrativè refellitur.* 287
14. *R. P. Fabri æstum maris per attractionem aëris à luna explicantis sententia refellitur.* 289
15. *Opinio Isaaci Vossii æstum maris calori solis tribuentis refellitur.* 290
16. *Sententia P. Theodori Moreti æstum maris, magneticæ virtuti lunæ, tribuentis refellitur.* 291
17. *Causa probabilior æstûs maris explicatur.* 292
18. *Quomodo Nauclerus æstu maris uti debeat.* 295
19. *Catalogus Portuum, & horarum quibus accidit affluxus die novilunii aut plenilunii.* ibid.
20. *Quid sit ventus?* 297
21. *An causa proxima efficiens ventorum sit exhalatio sicca.* 298
22. *An vapor possit esse causa ventorum.* 300
23. *An aër sine ullo vapore, aut exhalatione moveri possit in ventum.* 303
24. *Vera causa ventorum aperitur.* 304
25. *Cur hyeme mare sit procellosum, æstate tranquillum, & cur maximus calor ventos sedet.* 307
26. *Cur venti boreales sint frigidi, australes calidi, marini æstate frigidi, hyeme calidi, è contrà terrestres ut plurimùm hyeme frigidi sint, æstate calidi.* ibid.
27. *Cur ventus interruptis vicibus spiret, & auster, magis quàm boreas, & cur boreas major est initio, auster autem in fine, primus serenat, secundus pluvias inducit.* ibid.
28. *Cur auster de nocte ortus, boreas de die diutiùs perseverant, boreas frequentior, auster rariùs spirat.* 308
29. *De ventis Provincialibus.* 309
30. *In zonâ temperata major est ventorum inconstantia, quam in torrida in quâ frequentiores procellæ.* 310
31. *De ventis repentinis seu procellosis præcipuè de Echnephiâ.* ibid.
32. *De Typhone.* 311
33. *De Præstere.* 312
34. *De ventis anniversariis seu Etesiis.* ibid.
35. *De vi qua ventus naves impellit.* 313
36. *Variæ quæstiones circa ventos.* ibid.
Tabulæ Loxodromicæ cùm differentiâ longitudinis & milliaribus Italicis. 315
Tabula milliariorum Italicorum in gradibus parallelorum. 323
Tabula declinationis Eclypticæ. 324
Declinationum solis Tabulæ octo. 327
Tabulæ amplitudinum ortivarum. 335
Tabulæ latitudinum crescentium & inclinationis magnetis. 341
Tabulæ milliarium Est, & Oüest, quæ respondent gradibus longitudinis in quarto Rhumbo. 342
Tabula ad mutandos gradus & minuta Est & Oüest in milliaria. 346
Tabula ad gradus & milliaria centum passus. 350
Tabula ad reducenda milliaria Est & Oüest in gradus longitudinis. 352
Tabulæ Loxodromicæ in terrestria milliaria digestæ, cùm differentia longitudinum & latitudinum. 355
Tabula Declinationis Eclypticæ. 361
Tabula stellarum aliquot pro sæculo proximo. 362
Tabula ad centum annos, ad sciendum qua declinationis solis tabulâ singulis annis uti oporteat, initio ducto à primâ die Mart. 363
Tabulæ octo declinationis solis pro meridiano Romano. 364. & seqq.

TRACTATUS XX.

OPTICA

OPTICÆ

LIBER I.

Suppositiones de visione in communi.

PROP. I. *In oculi fundo objectorum imagines depinguntur,* 374
2. *Imagines objectorum depinguntur in retinâ inverso situ.* 376
3. *Rationem reddere, cur ita compositus sit oculus.* 380
4. *In quâ parte oculi fiat visio.* 381
5. *Objectum licèt per plures radios in eâdem parte retinæ collectos visum, unicum appareat.* 383
6. *Quæ sub majori angulo videntur, majora apparent.* 387
7. *Sed ad distinctam visionem requiritur, ut retina radios*

Digitized by Google

radios ab eâdem parte objecti prodeuntes, excipiat præcisè in puncto concursûs. 388
9. Ut objecta viciniora distinctè videantur, debet aut coarctari crystallinus, fierique sectio minoris sphæræ, aut retina removeri à crystallino. 389
10. Fabrica oculi materialis, cui ea omnia accidunt, quæ naturali conveniunt. ibid.
11. Quid accidat in oculo nostro, dum videmus objecta. 390
12. Præsbytæ retinam nimis habent crystallino propinquam, aut crystallinum non satis convexum. 391
13. Cur Præsbytæ melius objecta paulò remotiora vident, quàm valdè propinqua. ibid.
14. Præsbytæ majori luce indigent, ut legant. 392
15. Adhibitâ lente convexâ objectum majus videtur, & confusius, quò magis ab oculo hæc lens removetur, in certâ distantiâ confusissimè, post quam rursùs distinguuntur, & apparent inverso situ. ibid.
16. Si Præsbytæ objectum minutum valdè lucidum respiciant, videbunt illud rotundum cum aliquo capillitio radiorum, quorum si intercipiantur sinistri, videbuntur occultari dextri. 393
17. Ratio cur oculus se ipsum non videat. 394
18. Quare non videmus defectus nostri crystallini in quocumque objecto. ibid.
19. Quibus adempta est cataracta, vix habent crystallinum convexum. 395
20. Myopes, retinam à crystallino nimis remotam habent, aut crystallinum nimis convexum. ibid.
21. Quare Myopes melius objecta viciniora videant, quàm remota. 396
22. Myopes minori luce indigent, ut legant. 397
23. Quare Myopes melius videant per exiguum foramen. ibid.
24. Adhibitâ lente concavâ objecta minora apparent, & quò magis lens ab oculo removetur, eò minora apparent. 398
25. Myopes objecta lucida à longè posita vident majora, rotunda, maculis infecta. ibid.
26. De Capillitio stellarum. 399
27. Melius & distinctius oculus videt per axem opticum. 400
28. Quem effectum producat in oculo lens polyedra, seu polygono plana. 401
29. Quem effectum in oculo producat tubus opticus. 402
30. De oculorum suffusionibus, muscis, & aliis hujusmodi. ibid.
31. De radiis qui videntur ex facibus erumpere. 403
32. Pupillæ variatio. 404
33. Res quælibet per radios aliquos ante oculum decussatos videtur. ibid.
34. Objectum uno oculo multiplicari potest. 405
35. Objectum libero intuitu, & uno oculo multiplicari potest. 408
36. Objecta minuta opaca oculo nimis admota, diaphana, & mutato situ & maxima apparent. ibid.
37. Objecta alba dissita, majora videntur, nigra videntur minora. 409
38. Cur duo oculi geminatum non videant objectum. 410
39. Axes optici concurrunt in unum idemque objectum. 411
40. Duo oculi communiter melius vident, quàm unus tantùm. 412
41. Duo objecta simul non videntur distinctè. 413
42. Cæco visum tribuere. 414

OPTICÆ

LIBER II.

De visione duorum oculorum.

PROP. I. EX inclinatione axium opticorum utriusque oculi, objecti dictinctè visi distantia aliquo modo dignosci potest. 416
2. Quò major est objecti distantia ab oculo, eò melius vi duplicis vissionis, judicium ferimus de illius distantiâ. 417
3. De objecti obliquè spectati distantia minus certum judicium ferri potest, quàm de distantiâ directè spectati. 418
4. Corpus opacum, axibus opticis comprehensum nullam partem objecti omninò tegit, aliquam tamen nonnihil obscurat. ibid.
5. Si corpus opacum excedat axes opticos, aliquid objecti latebit, aliquid uno tantùm oculo videbitur, & aliquid ambobus. 419
6. Corpus opacum minus, quàm sit intervallum axium opticorum, ita tegit objectum, ut partes mediæ & extremæ objecti ab utroque oculo spectentur, reliquæ ab alterutro. ibid.
7. Si corpus opacum minus fuerit lineâ conjungente centra oculorum, quò propius fuerit oculis, eò minorem partem objecti teget; eò majorem, quò ab oculis removebitur. ibid.
8. Si corpus opacum majus fuerit oculorum distantia, quò propius erit oculis, eò majorem teget objecti partem. ibid.
9. Distantiam objecti ab oculo, etiàm unus per vicina corpora cognoscit. 420
10. Ex notâ rei magnitudine, distantiam colligimus & vicissim. ibid.
11. Magnitudinem æqualium, & similiter oculo oppositorum, quæ minùs distat, major apparet. 421
12. Magnitudines similiter oculo oppositæ, & apparenter æquales, se habent ut distantiæ. 421
13. Ejusdem quantitatis partes æquales, & æqualiter à perpendiculari distantes, æquales apparent, inæqualiter verò à perpendiculari distantes, inæquales; & quæ magis distat minor apparet. ibid.
14. Si æquales quantitates ex inæquali distantiâ videantur, aliquando major erit ratio distantiæ majoris, ad minorem, quam apparentis magnitudinis quantitatis remotioris ad magnitudinem apparentem quantitatis vicinioris, aliquando eadem erit ratio. ibid.
15. Quæ sub insensibili angulo videntur insensibilem habent apparenter magnitudinem. 422
16. Quæ in magnâ distantiâ distingui non possunt, in parvâ distinguuntur. 424
17. Quodcumque objectum minutum à quocumque oculo distingui non potest. 425
18. Oculi quorum crystallinus est minoris sphæræ segmentum, objecta minutiora melius distinguunt quàm alii. ibid.
19. Nullum objectum tantum est, ut in quâlibet ab oculo distantia distingui possit. ibid.
20. Si oculus collocetur in lineâ per centrum circuli ductâ, & ad ejus planum rectâ, omnes diametri, & semidiametri illius circuli æquales apparebunt. 426
21. Si oculus distet à centro circuli distantiâ quæ sit æqualis semidiametro, omnes diametri æquales apparebunt. ibid.

Digitized by Google

Index Tractatuum,

22. *Si linea ab oculo ad centrum circuli ducta, cùm duabus diametris æquales angulos faciat, illæ apparebunt æquales, si inæquales angulos comprehendat, illa apparebit major cum quo angulum rectum faciet, modo sit major semidiametro circuli.* ibid.

23. *Si linea ab oculo ad centrum circuli obliquè ducta, minor fuerit semidiametro ejusdem circuli, ea diameter ad quam perpendicularis fuerit, minima apparebit, & in quam diametrum magis obliquè incidet, ea major videbitur.* 427

24. *Si spectata magnitudo ad planum circuli recta moveatur suprà ejus circumferentiam, & oculus sit in centro circuli; semper æqualis apparebit spectata magnitudo.* ibid.

25. *Si magnitudo in centro circuli erecta sit perpendiculariter, & oculus moveatur in circumferentia circuli, magnitudo semper apparebit æqualis.* 428

26. *Si linea ad planum circuli fuerit obliqua, moveaturque in ejus circumferentiâ semper sibi ipsi parallela, oculo in centro consistente, eò apparentiam minorem habebit hæc linea, quò removebitur magis à diametro cum qua minorem facit angulum.* ibid.

27. *Objectum potest vicinius esse oculo & æquale, immò minùs apparere.* 429

28. *Immota magnitudo æqualis apparet aliquando appropinquante ad eam oculo.* ibid.

29. *Ex eodem loco, duæ magnitudines æquales, inæquales apparent.* ibid.

30. *Inæquales magnitudines ex uno eodemque loco aliquando apparent æquales.* ibid.

31. *Si in intersectione diametrorum sit linea ad planum quadrati recta, & excitetur linea obliqua, sed æqualis semidiametro, æquales apparebunt diametri.* 430

32. *An apparentes magnitudines sint minores veris, hoc est an objecta majora sint, quàm appareant.* ibid.

33. *De visione figuræ & consequentibus figuram.* 432

34. *An oculus fallatur.* 433

35. *Æqualium intervallorum in eadem linea collocatorum, quæ ita dissita sunt, ut de distantiâ judicare non possimus, minora apparent.* ibid.

36. *Spatia parallela coarctari videntur.* 434

37. *Si duo corpora in eadem ferè lineâ oculo objiciantur, nullumque sit visibile corpus inter utrumque interjectum, in distantia majori, hæc corpora conjungi videntur.* ibid.

38. *Distantia ex objectorum distinctione, & colorum vi percipitur.* 436

39. *Linea directè oculo objecta apparet punctum, superficies ut linea, corpus aliquando ut superficies; obliquè verò ut linea, superficies ut corpus.* ibid.

40. *Eadem quantitas obliquius visa in eadem tamen distantiâ; sed majori quàm sit ipsa quantitas, minor apparet.* 437

41. *Figuræ multilateræ in magna distantia apparent rotundæ.* ibid.

42. *Linea curva, in plano per oculum descripta, appareret recta, quando distingui non potest.* ibid.

43. *Unus oculus videt minùs quàm dimidiam partem sphæræ, & id quod videtur circulo comprehenditur.* 438

44. *Sphæra eminùs spectata apparet circulus.* ibid.

45. *Oculo ad sphæram accedente illius minor pars detegitur, quæ tamen major apparet.* 439

46. *Duo oculi immoti, ex sphærâ cujus diameter æqualis sit distantiæ oculorum inter se, minùs quàm hemisphærium vident. Si tamen moveantur circa communem axem, hemisphærium totum successivè spectabunt.* ibid.

47. *Si oculorum distantia major fuerit diametro circuli, ab utroque oculo circa communem axem perpendiculariter moto, plusquàm hemisphærium videbitur.* 440

48. *Quæcunque videntur, in horopterem transferuntur.* ibid.

49. *Nullum objectum in horoptere positum, geminum apparet.* 441

50. *Instrumentum conficere, quo quæcunque de horoptere dicuntur, experiri possimus.* 442

51. *Objectum extra horopterem positum, geminum apparet.* ibid.

52. *Duo objecta unum objectum apparere possunt.* ibid.

53. *Si objecta extra horopterem assumpta, non sint in duobus radiis in horoptere concurrentibus, quodlibet duplicatum apparebit, & quatuor videbuntur.* 443

54. *Si objectum fuerit in axe communi, loca illius visa in horoptere sumpta, æquè distabunt ab objecto clarè viso: cum verò fuerit axis ad conjungentem obliquus, locus unus magis distare videbitur ab objecto principali, quàm alius.* ibid.

55. *Si duo objecta æqualiter ab horoptere dissita, geminata videantur, loca apparentia utriusque æqualiter ab invicem distabunt.* ibid.

56. *Objecti inter horopterem & oculos positi locus visus ab oculo dextro, est sinisterior; objecti ultra horopterem positi locus visus sinisterior, respondet oculo sinistro.* ibid.

57. *Si duo objecta in axe communi statuantur, & alternatim in ipsa axes defigantur, erunt loca apparentia unius æquè distantia apparenter inter se ac loca apparentia alterius.* 444

58. *Objecta extra planum axium opticorum posita, habent apparentias etiam extra horopteris lineam positas, & illi parallelas.* ibid.

59. *Si axes optici in nullo proposito objecto conveniant, omnia geminari videntur.* ibid.

60. *Si alternatim oculi claudantur, & aperiantur quæcumque sunt in horopteris plano immota apparebunt, objecta verò extra horopteris planum sita, apparenter movebuntur.* 446

61. *Quomodo motus videatur.* ibid.

62. *Quæ velocissimè moventur, nisi sint valdè lucida nullo modo videntur.* 447

63. *Quæ celerrimè feruntur, si tamen videantur totum per quod feruntur spatium complere videntur.* 448

64. *Navigantibus navis stare & littora moveri videntur.* 450

65. *Si duo mobilia æqualiter moveantur, quod longius ab oculo distat minùs moveri videbitur.* ibid.

66. *Quæ celerrimè moventur in maxima distantia quiescere videbuntur.* ibid.

67. *Inter ea quæ moveri videntur, ob aspicientis motum, propinqua magis moveri in contrarias partes videntur, quam remota.* 451

68. *Oculo moto, & advertente ad suum motum, objecta proxima immota videntur, & remota in easdem partes moveri.* ibid.

69. *Si corpus tenebrosum moveatur propè lucidum, lucido motus tribuetur.* ibid.

70. *Qui in orbem aliquandiu moti sunt, omnia in orbem moveri videntur.* 452

71. *Tessellatas imagines construere.* ibid.

72. *In plana superficie, imaginem difformem delineare, quæ*

Digitized by Google

quæ ex certo & determinato loco, omnibus suis partibus absoluta videatur. 453

73. *In superficie convexâ globi imaginem deformatam delineare.* 454

74. *In superficie convexâ cylindri, imaginem deformatam delineare.* 455

75. *In superficie convexâ coni, imaginem deformem delineare.* ibid.

76. *In pyramide quadrilaterâ, imaginem delineare deformem.* ibid.

OPTICÆ

LIBER III.

De propagatione luminis.

DIGRESSIO I. *Quid sit lumen.* 456

2. *An lumen medii aliud lumen producat.* 459

3. *Lumina in eodem subjecto à diversis agentibus producta nec se impediunt, nec se propriè juvant ad aliquam actionem communem eliciendam.* 461

4. *De Opaco, & Diaphano.* 463

5. *Quid sint colores.* 466

6. *An præter lumen, dentur aliæ colorum species impressæ.* 467

7. *Quam probabilitatem habeat ea sententia quæ visionem per extramissionem fieri asserit.* 472

PROP. I. *Perpendiculares radii intensiùs, quàm inclinati planum illuminant.* 474

2. *Sole minùs elevato, terra minùs illuminatur.* ibid.

3. *Passum magis distans à lucido minùs illuminatur.* 475

4. *Lumen decrescit in proportione duplicatâ distantiarum à luminoso reciprocè.* 477

5. *Si duo lucida, aut duo lucidi ejusdem puncta æqualiter distent à duobus spatiis, lumina in illis producta se habebunt in duplicatâ ratione distantiarum reciprocè.* 477

6. *Si duo spatia à duobus lucidis æqualibus æqualiter distent reciprocè, æqualiter illuminantur.* ibid.

7. *Punctum spatii minùs distans à lucido sibi propiori, quàm aliud ab alio lucido æquali, magis illuminatur.* 478

8. *Sint æqualia sint luminaria minimum lumen infirmiori propinquius erit.* ibid.

9. *Sphæræ activitatis decrescentiam numeris exhibere.* ibid.

10. *Si duo lucida in unum coalescant, non agent ad distantiam duplo majorem.* 479

11. *Aliquando quod à luminoso magis distabit minùs aut æqualiter illuminabitur.* ibid.

12. *In lumine solari per exiguum foramen transmisso, se habent lumina post foramen producta, quoad intensionem, in duplicatâ ratione distantiarum à foramine reciprocè.* 480

13. *Si per foramen divisibile transmittatur lumen solare, partes luminis circa axem à toto sole illuminata se habent quoad intensionem in ratione duplicata distantiarum, non ab ipso foramine, sed ab ipso sole.* 481

14. *Explicatio virgarum in nubibus.* ibid.

15. *Si punctum solum radiet per foramen, figura lucis exceptæ plano parallelo ipsi fenestræ, figuram induet ipsius foraminis.* 482

16. *Si unicum lucidi punctum immensè à foramine distans, per illud radiet, excipiaturque continuè radiatio duobus planis ad eam rectis, duæ figuræ similes & physicè æquales generabuntur.* ibid.

17. *Quò radius solaris per foramen quodcumque transmissus in majori à foramine distantia, plano ad ipsum recto excipietur, eò magis ad circulum accedet.* 483

18. *Si foramen aliquâ sui parte tegatur, non mutatur figura radii in majori distantia excepti, sed minùs lucidus erit, mutabitur figura in minori distantiâ.* 483

19. *Si corpus opacum inter foramen & solem opponatur, quod impediat aliquam tantùm solis partem in totum foramen radiare; radius in convenienti distantia exceptus, figuram partium radiantium mutabitur.* 484

20. *Pauciores sunt digiti in solis radio per foramen excepto, quàm in cœlo, & maculæ minores apparent quàm reverâ sunt.* ibid.

21. *Cur radius solaris per foramen transmissus videatur in loco umbroso, alibi non videatur.* 485

22. *Solis diametrum visibilem metiri, radio per foramen immisso.* ibid.

23. *Sphæra luminosa opacæ æqualis, ejus dimidiam partem illuminat.* 486

24. *Sphæræ opacæ minoris lucidâ, plusquàm hemisphærium illuminatur: pars verò lucidæ illuminans, minor est hemisphærio.* ibid.

20. *Sphæra luminosa major, opacæ minori propior, majorem ejus partem illuminat, quàm si remotior esset.* 487

26. *Tot sunt umbræ ejusdem corporis opaci quot lucida.* ibid.

27. *Umbra corpori opaco propinquior, ex accidenti potest fieri obscurior, apparet tamen semper obscurior.* 488

28. *Lineæ oppositæ directè lucido indivisibili umbra est linea infinita: obliquè erit superficies etiam infinita, superficiei directè oppositæ, umbra est superficies item infinita, obliquè oppositæ est figura solida.* ibid.

29. *Umbra totalis corporis sphærici æqualis lucido sphærico, non augetur.* 489

30. *Opaci sphærici lucido sphærico majoris umbrâ totalis semper crescit, minoris semper minor evadit.* ibid.

31. *Umbra totalis superficiei alicujus exceptæ plano ipsi parallelo, non est semper figuræ similis.* 490

TRACTA

Digitized by Google

Index Tractatuum,

TRACTATUS XXI.

PERSPECTIVA
SEU DE RADIO DIRECTO.

LIBER I.

Fundamenta Perſpectivæ.

PROP. I. *Apparentia lineæ objectivæ æquidiſtantis tabellæ, eſt eidem lineæ parallela.* 494

2. *Si lineæ objectivæ per oculum ducatur parallela, tabellam attingens in aliquo puncto illius lineæ objectivæ, apparentia producta per illud punctum tranſit.* ibid.

3. *Si linea in parallela incidens tranſverſis lineis, ab uno puncto unius parallelarum ad diviſiones alterius ductis, dividatur; ſimili modo dividetur, ſi duæ aliæ parallelæ per ejus extremitates ductæ, eaſdem habeant diviſiones,* ibid.

4. *Si dentur duæ lineæ objectivæ, tabellæ æquidiſtantes, & inter ſe parallelæ, habebunt apparentias inter ſe parallelas, aut eandem.* 495

5. *Si linea objectiva fuerit parallela alteri lineæ in tabellâ ductæ, ejus apparentia, eidem parallela erit.* ibid.

6. *Lineæ verticales objectivæ habent apparentias in tabellâ verticales.* ibid.

7. *Lineæ objectivæ tabellæ æquidiſtans, & ad verticalem inclinata, habet apparentiam ſimiliter ad verticalem inclinatam.* ibid.

8. *Quæcumque figuræ objectivæ, deſcriptæ in planis tabellæ parallelis, habent apparentias ſibi ſimiles.* 496

9. *Linea objectiva in plano, ſecante tabellam ducta, & communi ſectioni parallela, apparentiam habet eidem communi ſectioni parallelam.* ibid.

10. *Lineæ objectivæ parallelæ inter ſe, & non parallelæ tabellæ, habent apparentias in eodem tabellæ puncto concurrentes.* ibid.

11. *Apparentia lineæ infinitæ finita eſt, & apparentia lineæ finitæ, infinita eſt.* ibid.

12. *Apparentia cujuſcúmque lineæ objectivæ ad tabellam rectæ, tranſit per punctum viſûs, ſeu per punctum principale.* 497

13. *Apparentia lineæ objectivæ horizontalis, cùm lineâ terræ, aut aliâ ipſi parallelâ angulum ſemirectum comprehendentis, per punctum diſtantiæ tranſit.* ibid.

14. *Lineæ objectivæ horizontales, inter ſe parallelæ & non parallelæ tabellæ, habent apparentias concurrentes in eodem puncto lineæ horizontalis.* ibid.

15. *Lineæ objectivæ non æquidiſtantes tabellæ & parallelæ inter ſe, ductæ in plano ad tabellam recto, habent apparentias concurrentes in aliquo puncto lineæ ductæ per punctum principale, & parallelæ communi ſectioni plani, & tabellæ.* 498

16. *Circa omne planum objectivum ad tabellam rectum, eodem modo operandum eſt ac circa horizontale.* 498

17. *Lineæ objectivæ perpendiculariter inſiſtentes plano objectivo ad tabellam recto, habebunt apparentias perpendiculares ad communem ſectionem plani & tabellæ.* ibid.

18. *Duæ lineæ objectivæ, non æquidiſtantes tabellæ & parallelæ inter ſe, in plano ad tabellam inclinato ductæ, habent apparentias convenientes in aliquo puncto communis ſectionis tabellæ, & plani per oculum ducti, quod ſit plano linearum parallelum.* ibid.

19. *Linea objectiva perpendiculariter inſiſtens plano ad tabellam inclinato, habet apparentiam concurrentem; cùm perpendiculari ducta à puncto principali ad communem tabellæ, & plani inclinati ſectionem, & in punctum illius in quod cadit linea per oculum ducta, & perpendicularis ad planum parallelum.* 499

20. *Ad diviſionem apparentiæ, linea, quæ pro objectivâ ſubſtituitur, eandem habeat habitudinem ad ipſam, quam objectiva.* ibid.

21. *Linea ducta ad punctum diſtantiæ abſcindit in radio, apparentiam lineæ æqualis ſegmento lineæ terræ, intercepto inter ipſam & radium.* 500

22. *Diviſiones unius radii, per lineas parallelas lineæ terræ in alios transferuntur.* 501

23. *Lineæ ductæ ad puncta diſtantiæ, ſi ſe interſecent angulum perſpectivè rectum comprehendunt, & linea parallela lineæ terræ eſt diagonalis quadrati, cujus latera ad puncta diſtantiæ ducta ſunt.* ibid.

24. *Apparentiæ linearum horizontalium parallelarum lineæ terræ, & in eodem plano exiſtentium, à radiis dividuntur in apparentias linearum æqualium.* ibid.

PERSPECTIVÆ

LIBER II.

Ichnographia prjoecta.

PROP. I. *Quadratum directè oppoſitum deſcribere.* 502

2. *Quadratum ex angulo viſum deſcribere.* 503

3. *Quadratum directè viſum delineare, & dividere, & ſubdividere in alia quadrata inſcripta viſa ex angulo.* ibid.

4. *Circulum deſcribere.* ibid.

5. *Triangulum diſtans à lineâ terræ in tabellâ perſpectivè delineare.* 504

6. *Pentagoni apparentiam invenire.* 505

7. *Eptagonum delineare.* ibid.

8. *Duplicem circulum concentricum deſcribere.* 506

9. *Pavimentum quadratorum obliquè poſitorum* 507

10. *Pavimen*

Digitized by Google

10. *Pavimentum ex quadratis directè positis cum limbo & aliis quadratis obliquè collocatis.* 508
11. *Pavimentum quadratis obliquè visis constans, limbo quadratorum directorum interruptum describere.* ibid.
12. *Pavimentum exagonis constans.* ibid.
13. *Pavimentum quadratis directè positis constans.* 509
14. *Pavimentum octogonis, & quadratis constans.* ibid.
15. *Hortum in areolas dividere.* 510
16. *Geometricam templi ichnographiam in perspectivam transmutare.* ibid.
17. *Ichonographiam quamcumque irregularem geometricam perspectivè delineare.* ibid.
18. *Cujuscumque puncti horizontalis apparentiam in tabella invenire.* ibid.
19. *Quadratum perspectivè, sine ulla geometrica dedescriptione describere.* 511
20. *Eadem profunditas exhibetur si sex pedes spectentur ex distantia quatuor pedum, ac si duodecim pedes videantur ex distantia octo pedum.* 512
21. *Dimidius radius est apparentia lineæ æqualis distantiæ oculi à tabella.* 513
22. *Diagonales ducere sine punctis distantiæ.* ibid.
23. *Praxes omnes supra traditæ valent in omni plano horizontali.* ibid.
24. *Omnes praxes supra traditæ pro planis horizontalibus, vim suam obtinent in planis verticalibus ad tabellam rectis, excepto primario.* 514
25. *Praxes omnes hujus libri vim suam obtinent in omni plano ad tabellam recto, etiam ad horizontem inclinato.* 515

PERSPECTIVÆ.

LIBER III.

Scenographia.

PROP. I. *Linea omnis parallela lineæ terræ & radiis divisa in partes æquales, est mensura omnium altitudinum in ea erigendarum; immò & omnium linearum in plano verticali per eam ducto existentium.* 516
2. *Duæ lineæ in eodem puncto horizontalis lineæ concurrentes in verticalibus, abscindunt apparentias linearum æqualium.* 577
3. *Cubum perspectivè delineare.* ibid.
4. *Corpus exagonum delineare.* 518
5. *Parastades directè oculo oppositas, perspectivè delineare.* ibid.
6. *Parastades obliquè visas delineare.* 519
7. *Crucem duplicem delineare.* ibid.
8. *Multa parallelepipeda directè visa delineare.* 520
9. *Parallelepipeda quomodocumque obliquè visa delineare.* ibid.
10. *Januas & fenestras in ædibus aptè collocare.* 521
11. *Plurimos arcus in planis tabellæ parallelis delincare.* 522.
12. *Fornices in plano ad tabellam recto delineare.* ibid.
13. *Decussatum fornicem delineare.* 523
14. *Fornicem polygonum delineare.* 524
15. *Cubiculum cùm caminis delineare.* ibid.
16. *De gradibus & scalis.* 525
17. *Alterius generis gradus.* ibid.
18. *Gradus rotundos delineare.* 526
19. *De aperturis portarum, fenestrarum, abacorum & arcarum.* 527
20. *De mensarum & sedilium descriptione, cæterorumque mobilium.* ibid.
21. *Tectorum delineatio.* 528
22. *De hortorum ambulacris.* ibid.
23. *Altitudo figurarum.* 529
24. *Corporis solidi apparentiam sine ulla ichnographiâ delineare.* ibid.
25. *Corpora extantia, seu ante tabellam posita delineare.* 530
26. *Apparentiam cujusque puncti assignare.* ibid.

PERSPECTIVÆ

LIBER IV.

De punctis accidentalibus, & corporum quomodocumque inclinatorum apparentiis.

PROP. I. *Linea cujuscumque objectivæ in plano horizontali ducta, apparentiam invenire.* 531
2. *In puncto datæ apparentiæ, linea horizontalis objectivæ, apparentiam cujuslibet anguli invenire.* 532
3. *Ichnographiæ geometricæ apparentiam invenire, per puncta accidentalia.* ibid.
4. *Apparentiam cujuslibet lineæ horizontalis dividere.* 533
5. *Apparentiam corporis quomodolibet declinantis invenire.* ibid.
6. *De inclinatione tabellæ parallela.* 534
7. *Inclinare prisma insistens angulo, inclinatione tabellæ parallelâ.* ibid.
8. *Fulcra corporum inclinatorum inclinatione parallelâ tabellæ invenire.* ibid.
9. *De planis ad horizontem inclinatis & ad tabellam rectis.* 535
10. *De inclinatione ad tabellam recta.* 536
11. *Omnes apparentias invenire, quoties tabella est inclinata.* 537
12. *Praxis superioris doctrinæ.* 538
13. *De plano magis elevato quam horizontale planum, in quamcumque partem voluerimus.* 539
14. *Praxis præcedentis propositionis.* 540
15. *Data apparentia lineæ quomodolibet inclinatæ, & ejus puncto accidentali, assignare apparentias omnium linearum angulum rectum componentium cum ea, & earum puncta accidentalia.* ibid.
16. *Datis punctis accidentalibus duarum linearum, angulum rectum comprehendentium, invenire punctum accidentale tertiæ lineæ cùm utraque angulum rectum comprehendentis, seu quæ sit recta ad planum per eas ductum.* 541
17. *Nulla apparentia lineæ quantumlibet productæ pervenire potest ad punctum suum accidentale, licet magis ac magis ad illud possit accedere.* ibid.
18. *Quid sit ichnographia solidi inclinati, quid ortographia.* 542
19. *Parallelepipedi declinantis gradibus 30 & inclinati gradibus 50, apparentiam delineare.* ibid.
20. *Prismatis declinantis & inclinati, item horizontem in angulo tangentis, apparentiam delineare.* 543
21. *Prismatis exagoni declinantis, & inclinati innixi alteri prismati hexagono, apparentiam invenire.* 544.
22. *Pyramidis quadrangularis inclinatæ, declinantis, cubo innixæ, apparentiam invenire.* ibid.
23. *De corporibus in aëre suspensis.* 545
24. *De suspensionis puncto.* 546

Digitized by Google

Index Tractatuum,

PERSPECTIVÆ

LIBER V.

De laquearibus & fornicibus.

PROP. I. *IN tabulato horizontali quadratum paraſtadibus, item quadratis inſtructum delineare.* 547

2. *Circularis ſpeculæ paraſtadibus quadratis, aut columnis ornatæ, apparentiam in ſuperiori contignatione delineare.* 548

3. *Coronidibus hujuſmodi ſpeculas ornare.* 549

4. *Aperturam contignationis quadratam coronide paraſtadibus & matulis ornare.* ibid.

5. *Speculam ſeu aperturam in contignatione quadratam, polygonam, aut circularem delineare, cum punctum principale non eſt ejus centrum.* 550

6. *Principium univerſale ad delineandas quaſcumque apparentias in contignationibus.* 551

7. *Omnem picturam verticalem in horizontalem mutare.* ibid.

8. *De fornicibus & planis irregularibus.* 552

9. *De perſpectivis, in planis horizontalibus ſuperiori loco ſpectatis.* 553

10. *De correctione ædium.* 554

11. *De correctione aulæ, quæ quinque habet latera.* 555

12. *De correctione ædium in quibus invenitur murus ad horizontem inclinatus.* ibid.

13. *De correctione contignationum nimis humilium.* 556

14. *De correctione contignationum inclinatarum.* ibid.

15. *Aulam & porticum majorem reddere.* ibid.

16. *Ædificium integrum ita delineare, ut omnes ejus parties etiam interiores appareant.* ibid.

PERSPECTIVÆ

LIBER VI.

De compoſitione plurium tabellarum ſeparatarum, de reflexione, de umbris, & de parallelogrammo delineatorio.

PROP. I. *SCenarum diſpoſitio.* 557

2. *De puncto principali tabellarum ſeparatarum.* 558

3. *De ſcenarum mutatione.* ibid.

4. *De reflexione.* 559

5. *Data luminoſi & corporis opaci apparentia, invenire in quolibet plano umbræ apparentiam.* ibid.

6. *Apparentias umbrarum ſolarium exhibere.* 560

7. *Parallelogrammi delineatorii conſtructio.* 562

8. *Partium parallelogrammi delineatorii varii motus.* 563

9. *Diſpoſitio centri immobilis graphii & indicis perverſa.* ibid.

10. *Si centrum, graphium, index, ſecundùm eandem rectam lineam ſemel conſtituantur, in parallelogrammo delineatorio, ſemper in directum jacebunt, diſtantiæque novæ, prioribus proportionales erunt.* 564

11. *Index & graphium parallelogrammi delineatorii, in directum cum centro immobili jacentia figuras ſimiles deſcribunt.* 565

12. *Varii uſus parallelogrammi delineatorii.* ibid.

TRACTATUS XXII.

CATOPTRICA,

SEU DE RADIO REFLEXO.

LIBER I.

De ſpeculis planis.

PROP. I. *SPecula ab omni puncto reflectunt, à qualibet objecti aut lucidi parte emiſſos radios.* 574

2. *In omnibus ſpeculis, radius incidens perpendicularis in ſeipſum reflectitur, inclinati verò ex parte obtuſi anguli reflectuntur.* ibid.

3. *Linea dividens bifariam angulum quem comprehendunt radii incidens, & reflexus perpendicularis eſt ad ſuperficiem ſpeculi.* 575

4. *Punctum reflexionis eſt inter duas cathetos incidentiæ & reflexionis.* ibid.

5. *Radii ab eadem objecti aut lucidi parte emiſſi, non reflectuntur ad idem punctum, à diverſa ſpeculi plani parte.* ibid.

6. *In ſpeculo plano idem accidit quod in foramine, ita ut in magna diſtantia à ſpeculo, radius ſolaris remiſſus ſit rotundus, & amplictur.* 576

7. *In ſpeculis planis objectum videtur in concurſu radii reflexi cum catheto incidentiæ.* ibid.

8. *In ſpeculis planis, locus in quo videtur objectum, tantùm immerſus eſt intra profunditatem ſpeculi, quantùm objectum extat ſupra ſuperficiem.* 577

9. *Dato loco objecti, & oculo aſſignare punctum reflexionis.* ibid.

10. *In ſpeculis planis catheti incidentiæ, & reflexionis radus incidenti, & reflexo item diſtantiis cathetorum à puncto reflexionis ſunt proportionales.* ibid.

11. *Diſtantia imaginis ab oculo componitur ex radiis incidentiæ, & reflexionis.* 578

12. *In ſpeculis planis horizontalibus, altitudines verticales, everſæ apparent.* ibid.

13. *In ſpeculis planis magnitudines ſpeculo parallelæ, etiam apparent eidem parallelæ.* ibid.

14. *Magnitudines realiter ad ſpeculum inclinatæ reflexè ſpectatæ ad idem ſpeculum inclinatæ apparent.* ibid.

15. *Eadem omninò objectum habet magnitudinem apparentem,*

Digitized by Google

rentem, & partium diſpoſitionem, dum reflexè ſpectatur, ac ſi directè ſpectaretur ex puncto catheti reflexionis æquè diſtante à ſpeculo ac oculus, niſi quod dextra in ordine ad reſpicientem ſint ſiniſtra. 580

16. *Objectum eodem modo radiat reflexè, quo directè radiaret, ſi mutaret locum cum ſua imagine.* ibid.

17. *Si ſpeculi plani inclinatio varietur uno gradu, radius reflexus, ejuſdem & immoti radii incidentis, duobus gradibus mutabitur.* 581

18. *Moto in orbem ſpeculo, apparenter movetur objectum in orbem, illuſque motus duplex eſt motus ſpeculi.* 582

19. *Fieri poteſt ut aliquis ſeipſum non videat in ſpeculo, ſed ea quæ foris geruntur.* ibid.

20. *Quoties objectum per plures reflexiones videtur, ejus diſtantia ab oculo æqualis eſt omnibus radiis incidentiæ, & reflexionis ſimul ſumptis.* ibid.

21. *Specula ita diſponere, ut imago ſublimis & volans videatur.* 583

22. *Uno ſpeculo multiplicari poteſt objectum.* ibid.

23. *In ſpeculis vitreis ſolis radius duplicatur.* 584

24. *In ſpeculo fracto objectum aliquando multiplicatur, aliquando verò non.* 585

25. *In ſpeculis planis ſecundum convexitatem diſpoſitis reſpectu oculi, non videtur objectum niſi ſemel.* ibid.

26. *In ſpeculis planis ſecundùm concavitatem diſpoſitis, reſpectu oculi, poteſt multiplicari objectum pro numero ſpeculorum.* 586

27. *In eodem plano ſpeculo, poteſt idem objectum videri pluries.* ibid.

28. *Duobus ſpeculis, objectum quinquies, ut ſexies multiplicare.* ibid.

29. *Duobus ſpeculis objectum infinities multiplicare.* 587

30. *In reflexionibus planorum ſpeculorum numero imparibus dextra apparent ſiniſtra, & in numero paribus dextra apparent dextra.* 588

31. *Specula ita diſponere, ut iis motis ejuſdem objecti imago una accedat, alia recedat.* 589

32. *Variæ deformationes.* ibid.

33. *Objectorum ſpecies per foramen emiſſas in cubiculum clauſum ſpeculo plano erigere.* 590

CATOPTRICÆ

LIBER II.

De ſpeculis convexis.

PROP. I. *Linea ducta à centro ſpeculi per punctum reflexionis dividit bifariam angulum comprehenſum à radiis incidentiæ & reflexionis.* 593

2. *Solus cathetus incidentiæ in ſeipſum reflectitur.* 594

3. *Punctum reflexionis in ſpeculis ſphæricis eſt inter cathetos incidentiæ, & reflexionis.* ibid.

4. *Radius reflexus in convexis ſphæricis cum catheto incidentiæ concurrit, & viciſſim radius incidentiæ cum catheto reflexionis.* ibid.

5. *Radius incidentiæ cum catheto reflexionis, & radius reflexionis cum catheto incidentiæ concurrunt infra tangentem ductam per punctum reflexionis, & ſuprà centrum.* 595

6. *Ab eodem objecti puncto ad eundem oculum, ab unico tantùm ſpeculi ſphærici convexi puncto fieri poteſt reflexio.* ibid.

7. *Radii reflexi in ſpeculis convexis magis diſperguntur, quam in ſpeculis planis.* ibid.

8. *Speculo ſphærico convexo defectum myopum corrigere.* 596

9. *Speculum convexum minoris ſphæræ ſegmentum, magis diſpergit radios reflexos, quam ſpeculum quod eſt majoris ſphæræ ſegmentum.* 597

10. *Quo ſpeculum convexum propius oculo admovebitur, eò tardiùs radii ad idem objectum pertinentes poſt cryſtallinum unientur.* ibid.

11. *Si objectum & oculus æqualiter à ſpeculo diſtent, punctum reflexionis æqualiter diſtat ab utraque catheto.* ibid.

12. *Eadem eſt ratio totius catheti incidentiæ ad lineam interceptam, inter centrum ſpeculi & concurſum radii reflexionis, quæ eſt diſtantiæ objecti à tangente ad lineam interceptam inter tangentem & concurſum radii reflexionis, cum catheto incidentiæ.* 598

13. *Locus imaginis in ſpeculis ſphæricis convexis.* ibid.

14. *Major eſt diſtantia imaginis à centro, quàm à puncto reflexionis.* 601

15. *Major eſt diſtantia objecti ad ſpeculum convexum, quàm imaginis ad idem ſpeculum.* ibid.

16. *Diſtantia imaginis à centro major eſt dimidia parte ſemidiametri.* ibid.

17. *Puncti remotioris à ſpeculo in eodem catheto incidentiæ aſſumpti, imago vicinior eſt centro, quàm puncti minùs remoti.* ibid.

18. *Locus imaginis aliquando intra ſpeculum, aliquando in ſuperficie ſpeculi, & aliquando extra ſpeculum apparet.* 602

19. *In ſpeculis convexis, imagines objectorum ipſis objectis minores apparent.* ibid.

20. *In minori ſpeculo convexo, imagines apparent minores, quàm in majori.* 603

21. *Oculo immoto, ſi objectum ad ſpeculum accedat, major illius apparebit imago.* 604

22. *Oculo ad ſpeculum convexum accedente imagines minùs diſtant à ſuperficie ſpeculi, & majores apparent.* ibid.

23. *In ſpeculis convexis dextra apparent ſiniſtra.* ibid.

24. *Objecta æqualiter à centro ſpeculi, & ab oculo diſtantiâ, habent imagines, æqualiter à centro diſtantes.* 605

25. *Objectorum æqualiter à ſpeculo convexo, imago vicinioris oculo, vicinior eſt centro ſpeculi.* ibid.

26. *Circulus ſpeculo concentricus ita ſpectatus, ut linea ducta ab oculo ad centrum ſpeculi ſit ad illius planum recta, apparet ut circulus etiam concentricus.* ibid.

27. *Lineæ per centrum circuli tranſeuntis imago eſt linea recta.* 606

28. *Circulus ſpeculo concentricus ita ſpectatus, ut linea ab oculo ad ejus centrum ducta, obliquè incidat in ejus planum, circularem habet imaginem, ſed excentricam.* ibid.

29. *Circulus in cujus plano centrum ſpeculi eſt minùs convexus, quàm circulus concentricus, habet imaginem convexam.* ibid.

30. *Omnis lineæ ſpeculum non ſecantis imago eſt convexa.* ibid.

31. *Omnis circulus cujus convexitas ſpeculum reſpicit, imaginem habet convexam.* 607

32. *Imago circuli in cujus plano centrum ſpeculi convexi non exiſtit curvilinea eſt.* ibid.

33. *Linea ſpeculum ſecans aliquando ut punctum, aliquando ut recta linea, vel ut tantiſper à recta deflectens apparet.* ibid.

34. *Idem objectum per multiplicem reflexionem in ſpeculis convexis factam videri poteſt.* ibid.

Digitized by Google

Index Tractatuum,

De ſpeculis convexis,cylindricis & conicis.608

35. *Unius objecti ad eundem oculum in cylindricis convexis, unicum eſt punctum reflexionis.* 609

36. *Linea objectiva axi parallela, habet omnia puncta reflexionis quibus ad eundem oculum reflectitur in eadem lineâ ſpeculi cylindrici,axi parallelâ.*ibid.

37. *Linea in plano baſis cylindri ducta, & cùm eâ angulum æqualem comprehendens, illi quem recta à puncto perpendiculariter reſpondente ipſi oculo ad eam ducta cùm eâdem baſi comprehendit, ità ad oculum reflectitur, ut ejus puncta reflexionis ſint in lineâ axi parallelâ.* 610

38. *Si cujuſlibet lineæ ducta in plano baſis cylindri, & cõprehendentis cùm ea angulum æqualem illi,quem linea pariter horizontalis oculo reſpondens cùm eâdem baſi comprehendit, & radius incidens ducatur, radius reflexionis æqualem lineam poſt cylindrum, abſcindet in poſteriori, diſtantiæ illius puncti à cylindro.* 611

39. *De loco imaginis in ſpeculis cylindricis convexis.*ibid.

40. *Imaginem deformem delineare, quæ in ſpeculo cylindrico convexo,conformis prototypo appareat.*612

41. *Si oculus altior fiat loco deſtinato,creſcent imagines in longitudinem, ſi depreſſior fiat decreſcent.* 613

42. *Imaginem deformatam in plano verticali delineare, quæ in ſpeculo cylindrico convexo ſpectata, perfecta appareat.* ibid.

43. *Omnis linea concurrens, cùm vertice coni & cùm axe comprehendens angulum acutum, habet puncta reflexionis,in eâdem lineâ longitudinis.*614

44. *Deformatam imaginem in plano horizontali deſcribere, quæ ab oculo in axe coni producto, exiſtente reflexè perfecta videatur.* ibid.

CATOPTRICÆ

LIBER III.

PROP. I. *Linea à centro ſpeculi concavi ſphærici, ad punctum reflexionis ducta, angulum comprehenſum à radiis incidentiæ, & reflexionis bifariam dividit.* 615

2. *In ſphæricis concavis, ſolus cathetus incidentiæ per centrum tranſiens, in ſeipſum reflectitur.* ibid.

3. *In ſpeculis ſphæricis concavis, punctum reflexionis eſt inter cathetos incidentiæ, & reflexionis.* ibid.

4. *In ſpeculis concavis, radii reflexi minùs diſperguntur, quàm in planis.* ibid.

5. *Speculo concavo defectus Presbytum corrigitur.* 616

6. *Speculum concavum minoris ſphæræ ſegmentum magis reflexos unit radios, quàm ſpeculum quod eſt majoris ſphæræ ſegmentum.* 617

7. *Qui ſpeculum concavum propius oculo admovebitur, eò tardiùs radii ad idem objectum pertinentes, poſt cryſtallinum unientur.* ibid.

8. *Radii incidentes paralleli diametro ſpeculi ſphærici concavi, reflexi uniuntur cùm eâdem diametro, aut quartam ejus partem à ſuperficie ſpeculi.*ibid.

9. *Determinare puncta concurſûs radiorum reflexorum, cùm diametro, ſecundùm variam inclinationem.* 618

10. *Radii ſolares ſpeculo concavo collecti, ignem generare poſſunt.* ibid.

11. *Speculæ quæ ſunt minoris ſphæræ ſegmenta, aptiora ſunt ad comburendum quam quæ majoris.* 619

12. *Non poteſt fieri ſpeculum concavum, cambuſtivum ad quamcúmque diſtantiam.* ibid.

13. *Commentum eſt quod de Archimedis & Procli ſpeculo concavo narratur.* 620

14. *Speculum ſphæricum concavum lucidi,in quartâ parte diametri exiſtentis radios remittit parallelos.*ibid.

15. *Specula concava minoris ſphæræ ſegmenta,aptiora ſunt ad reflectendum lumen per lineas parallelas.* 621

16. *Flammam candelæ in puncto foci, alicujus ſpeculi immotam detinere.* ibid.

17. *Lucidum vicinius ſpeculo concavo, quam punctum foci, radiat reflexè per lineas divergentes.* 622

18. *Lucidum exiſtens inter centrum ſpeculi & punctum foci, radiat reflexè per lineas concurrentes cùm axe ultrà centrum, & viciſſim.* ibid.

19. *Lucidum in centro ſpeculi concavi ſphærici poſitum in ſeipſum tantum reflexè radiat.* 623

20. *Modus deſcribendi lineam parabolicam.* ibid.

21. *Parabola unit radios omnes axi parallelos in puncto foci.* 624

22. *Diverſæ methodi ad deſcriptionem parabolæ.* 625

23. *Annulum cauſticum componere.* 626

24. *Linea uſtoria infinita.* ibid.

25. *Ad maximam diſtantiam characteres legendos exhibere.* 627

26. *Deſcriptio Ellypſis.* ibid.

27. *Lucidi in uno Ellypſis foco poſiti radii, in alio foco colliguntur.* 628

28. *Alii modi deſcribendi Ellypſin.* ibid.

29. *Datæ Ellypſis, invenire duo puncta focorum.* 629

30. *In quocumque loco oculus poſitus ſit, ſeipſum videt in ſpeculo ſphærico concavo, tantùm per diametrum.* ibid.

31. *Objecti extrà ſpeculum poſiti & magis diſtantis à diametro quàm oculus, punctum reflectionis non eſt in ea parte ſpeculi, in quâ oculus, & objectum verſantur.* 630

32. *Objectum inter centrum & peripheriam ſpeculi concavi poſitum aliquando per plures lineas reflexionis ab eodem oculo videtur.* ibid.

33. *Objectum in ſuperficie ſpeculi concavi poſitum videri poteſt ab eodem oculo per plures radios reflexos.*ibid.

34. *Locus imaginis in ſpeculis concavis in genere.* 631

35. *In ſpeculis concavis communiter locus imaginis eſt in catheto incidentiæ, ſeu in communi concurſu catheti incidentiæ & lineæ reflexionis.* ibid.

36. *Objectum vicinius ſpeculo concavo,quartâ parte diametri habet imaginem ultrà ſpeculum.* 632

37. *Cùm imago eſt extrà ſpeculum major eſt diſtantia imaginis à ſpeculo,quàm objecti ab eodē ſpeculo.*ib.

38. *Objectum vicinius ſpeculæ, imaginem ultrà ſpeculum apparentem vicinorem habet.* 632

39. *Objectum cujus imago ultrà ſpeculum eſt, quò magis à ſpeculo removebitur; eò majus apparebit; modò ſit intrà ſpeculum & centrum.* ibid.

40. *Objecti cujus imago ultrà ſpeculum apparet, & poſiti inter centrum & ſpeculum, partes dextræ ſiniſtræ apparent.* 633

41. *Objecti in puncto foci poſiti imago eſt confuſa, nullus que ullus aſſignari poteſt illius locus.* ibid.

42. *Objectum inter focum & centrum ſpeculi poſiti, ſicut & in centro exiſtentis, imago eſt confuſa reſpectu oculi antè concurſum radiorum poſiti.* ibid.

43. *Objecti inter focum & centrum poſiti, imago eſt antè ſpeculum, magis diſtans à ſpeculo, quàm centrum.* 634

44. *Quò objectum inter centrum & focum poſitum erit vicinius foco,eò imago erit remotior à ſpeculo.*ibid.

45. *Objectum totale inter focum & centrum poſitum habet imaginem antè ſpeculi centrum apparentem, everſam quoad ſitum.* ibid.

46. *Objectum magis diſtans à ſuperficie concavâ, quàm centrum ſpeculi, imaginem habet inter centrum & focum reſpectu oculi magis diſtantis à ſpeculo, quàm imago.* ibid.

47. *Objectum totale remotius à ſpeculo, quàm ejus centrum,*

Digitized by Google

trum, habet imaginem quoad situm eversam respectu oculi magis distantis à speculo, quàm imago ab eodem distet. 635
48. *Objectum totale magis remotum à centro speculi, quàm punctum foci, habet imaginem se minorem.* ibid.
49. *Objectorum imagines per reflexionem ad speculum concavum in chartâ distinctissimè depinguntur, in loco præcipuè obscuro.* ibid.
50. *Duobus speculis concavis, objectorum imagines erigere.* 636
51. *Imagines objectorum in cubiculo clauso, inverso situ exhibitas speculo concavo erigere.* ibid.
52. *Presbyta uti non potest speculo concavo, nisi ad distinguenda objecta, quæ sunt circa focum.* 637
53. *Speculum concavum, sphæræ minimæ segmentum, res parvas amplificat, seu microscopium est.* ibid.
54. *Telescopium ex duobus speculis concavis componere, quo objectum inversum videbitur.* ibid.
55. *Oculus inter focum & speculum concavum positus, objecta remota videt erecto situ.* 638
56. *Telescopium ex speculis concavo & convexo componere, in quo objecta videantur erecto situ.* ibid.
De concavis cylindricis, & conicis. *ibid.*
57. *Oculo existente in superficie, aut intra superficiem speculi cylindrici, aut conici, à quolibet puncto speculi potest fieri aliqua reflexio.* 639
58. *Oculo existente extra speculum concavum cylindricum, potest fieri reflexio ad illum à plusquàm dimidia parte superficiei.* ibid.
59. *Si linea parallela axi, sit communis sectio plani reflexionis & superficiei concavæ cylindri, aut coni ab uno puncto objecti, unicus tantùm radius reflexus ad oculum perveniet.* 639
60. *Si communis sectio plani reflexionis, & superficiei conicæ, aut cylindricæ concavæ sit circulus, aut alia figura curva, ab eodem objecto ad oculum plures radii reflexi pervenire possunt.* 640
61. *Si speculum cylindricum concavum ita soli opponatur, ut radius solaris sit ad axem rectus, omnes radii colligentur in linea axi parallelâ, & ab eâ distante quarta parte diametri.* ibid.
62. *Si conus ita soli opponatur, ut radius solaris cùm axe coincidat, omnes radii solares in axe unientur.* ibid.
63. *Si objectum sit in axe cylindri, videbitur ab oculo in altiori loco posito, in alio puncto ejusdem axis.* ibid.
64. *De reflexionibus in corporibus scabris* 641
65. *Lunare corpus politum non est, sed scabrum.* ibid.
66. *An in reflexionibus corporum non levium proportio decrescentis luminis sit in duplicata ratione distantiarum luminosi, an verò corporis reflectentis.* 642.

TRACTATUS XXII.

DIOPTRICA,

SEU DE RADIO REFRACTO.

DIOPTRICA.

LIBER I.

De refractione & specillis separatis.

DIGRESSIO. *De causis physicis refractionis.* 644
PROP. I. *In omni refractione facta in iisdem mediis, eadem est ratio sinûs anguli inclinationis ad sinum anguli refracti.* 652
2. *In omni refractione facta in iisdem mediis eadem est ratio sinûs anguli inclinationis ad sinum anguli refracti, secundùm doctrinam Cartesii.* ibid.
3. *Prima methodus organica observandæ proportionis sinûs anguli inclinationis ad sinum anguli refracti.* 653
4. *Secunda methodus organica observandæ proportionis quæ est inter sinum anguli inclinationis & sinum anguli refracti.* ibid.
5. *Tertia methodus organica observandæ proportionis, quæ intercedit inter sinum anguli inclinationis & sinum anguli refracti.* 654
6. *Examen tabulæ, an nempè observetur eadem semper proportio inter sinum anguli inclinationis, & sinum anguli refracti.* ibid.
7. *Refractiones ab aëre in vitrum metiri.* 655
8. *Refractio fit reciprocè per eosdem radios.* 657
9. *Nullus est angulus inclinationis in raro, cui aliquis non respondeat angulus refractus in denso, cui nullus competit angulus refractus in raro.* ibid.
10. *Refractio nec vivida est, nec ordinata nisi utriusque diaphani superficies fuerit polita.* ibid.
11. *Duo radii in idem secundi diaphani punctum incidentes, refracti se intersecant.* 658
12. *Radii paralleli axi sphæræ densioris, & in ejus superficiem incidentes, cùm axe ultra centrum concurrant.* ibid.
14. *Ita est sinus anguli refractionis ad sinum anguli inclinationis, ut semidiameter sphærici densi ad radium refractum.* 659
15. *In egressu à vitro in aërem, angulus refractionis est semissis anguli inclinationis.* ibid.
16. *In semilente plano-convexa, plano ad luminosum obverso radii axi paralleli, cùm eo in extremitate diametri concurrunt.* 660
17. *Convexitate semilentis ad solem obversâ radii axi paralleli cùm eo uniuntur ad distantiam diametri.* ibid.
18. *Lente plano-convexâ ignem possibile est generari.* 661.
19. *Si lucidum in puncto foci collocetur, radii à semilente refringentur paralleli.* ibid.
20. *Si lucidum minus distet à semilente plano convexâ, quam ejus diametro, radii in incidentes per refractionem divergent, minùs tamen quàm lente sublatâ.* ibid.
21. *Lucidi ultra focum in axe positi radii, cùm axe concurrunt.* 662
22. *Sphæra vitrea radios solares axi parallelos unit ad distantiam quartæ partis diametri.* ibid.
23. *Sphæra vitrea, objecta remota exhibet ad distantiam quartæ partis diametri.* 663
24. *Lens utrinque æqualiter convexa, unit radios axi*

Digitized by Google

Index Tractatuum,

parallelos, circa centrum suæ convexitatis. 663

25. *Lentis convexo-convexæ, etiam inæqualium sphæricitatum, focum determinare.* 664

26. *Ut aggregatum semidiametrorum convexitatum ad semidiametrum obversæ ad lucidum; ita diameter reliquæ ad distantiam loci.* ibid.

27. *In lentibus convexo-convexis quibuscumque eadem est foci distantia, quamcumque convexitatem ad lucidum obvertas.* 665

28 *Lunula seu menisçus habens diametrum concavitatis triplum diametri convexitatis, focum habet distantem semidiametro concavitatis.* ibid.

29. *Data convexitate, invenire concavitatem quæ illi addita menisçum faciat determinati foci.* ibid.

30. *Menisçus æqualis convexitatis & concavitatis inutilis est nullumque habet focum.* 666

31. *Si menisçus concavitatis semidiametrum triplam habens semidiametri convexitatis, concavitatem ad lucidum obvertat, foci distantiam pariter æqualem habebit semidiametro concavitatis.* ibid.

32. *In menisçis propriis, ita est differentia inter semidiametros convexitatis, & concavitatis, ad semidiametrum convexitatis, ut diameter concavitatis ad distantiam foci.* 667

33. *In menisçis improprius ita est differentia semidiametrorum convexitatis, & concavitatis ad semidiametrum convexitatis, ut diameter concavitatis, ad distantiam foci virtualis.* 668

34. *In menisçis impropriis si concavitatis obversæ ad lucidum semidiameter, fuerit triens convexitatis, focus virtualis erit in centro convexitatis.* ibid.

35. *Focus virtualis specillorum plano concavorum est in distantia diametri concavitatis.* 669

36. *Specilla æqualiter utrinque concava, focum virtualem habent ad distantiam semidiametri.* ibid.

37. *Specilli utrinque cavi focum virtualem reperire.* 670

38. *Ut aggregatum semidiametrorum concavitatum specilli concavi, ad semidiametrum concavitatis obversæ ad lucidum, ita diameter à reliqua, ad distantiam foci virtualis.* ibid.

39. *In convexo-convexis si lucidum sit in extremitate diametri, focus in alterius diametri extremitate constituetur.* 671

40. *In plano-convexis ita est excessus distantiæ lucidi supra diametrum, ad diametrum, ut tota distantia objecti ad distantiam foci.* ibid.

41. *Lucido minùs distante à lente plano-concava, quam focus ordinarius, ita est distantia lucidi à centro convexitatis ad diametrum, ut distantia lucidi à lente ad distantiam foci virtualis.* 672

42. *In plano-concavis, si punctum ad quod convergunt radii, fuerit remotius à lente, quàm diametro; ita erit excessus hujus distantiæ supra diametrum, ad diametrũ, ita distantia illius à lente ad distantiam foci imaginarii, à quo scilicet diverget radius.* 673

43. *In plano-concavis si punctum convergentiæ radiorum vicinius fuerit lenti, quàm diameter, ita erit excessus diametri supra hanc distantiam ad diametrum, ut hæc distantia ad distantiam foci veri & realis.* 674

44. *Radius refractus in duabus superficiebus parallelis incidenti restituitur parallelus.* 675

45. *In plano convexis aut plano-concavis, radii in verticem incidentes remittuntur paralleli.* ibid.

46. *Radii obliquè incidentes propè verticem in lentem convexo convexam, aut concavo-concavam, remittuntur paralleli.* ibid.

47. *Radii paralleli obliquè incidentes in superficiem planam specilli plano-convexi, uniuntur ad distantiam diametri.* ibid.

48. *Radii paralleli incidentes in superficiem convexam specilli plano-convexi, uniuntur ad distantiam diametri.* 676

49. *Radii quicumque inter se paralleli, in lentem convexo-convexam incidentes, concurrunt in distantia circiter foci principalis.* ibid.

50. *Specilla convexa objecti distantis imaginem depingunt inverso situ, & concava virtualem habent erectam in distantia sui foci.* 677

51. *Ut distantia objecti à lente ad distantiam imaginis, ita diameter objecti ad diametrum imaginis.* 678

52. *Punctum combustionis lentis convexæ soli expositæ, indivisibile non est, sed est imago solis, major in lentibus majoris sphæricitatis.* ibid.

53. *Similes lentes inæqualium sphærarum, æqualem luminis intentionem videntur efficere.* 679

54. *Si luminosum divisibile in foco statuatur, non omnes radii, vt lentis convexæ, remittentur paralleli.* ibid.

55. *Lens magis detecta imaginem non exhibet majorem, sed intensiorem & confusiorem.* 680

56. *Imago quacumque lente convexa exhibetur in muro, major prototypo.* ibid.

57. *Exigui prototypi, unica lente convexa amplificatam imaginem in pariete exhibere.* 680

58. *In ipsa lente depicta, potest ad aliquam distantiam exhiberi æqualis, aut etiam major.* 681

59. *Ellypsin describere, quæ refractè radios axi parallelos in eodem præcisè puncto uniat.* ibid.

60. *Varias lunulas ellypticas efformare, quibus radii paralleli axi, in uno præcisè puncto uniantur.* 682

61. *Specillum ellyptico concavum construere, quadradios axi parallelos, remittat ab eodem puncto divergentes.* ibid.

62. *Descriptio hyperbolæ.* ibid.

63. *Hyperbolam describere, in eaque determinate tangentem cæterasque proprietates explicare.* 683

64. *Hyperbolam describere, in quam radii incidentes paralleli axi uniantur in foco contra posita hyperbolæ.* ibid.

65. *Specillum plano-hyperbolicum convexum unit omnes radios axi parallelos, præcisè in eodem puncto.* 684.

66. *Specillum plano-hyperbolicum concavum radios axi parallelos remittit divergentes à foco contra posita hyperbolæ.* ibid.

67. *Lens hyperbolica utrinque convexa radios ab unius hyperbolæ foco remoto prodeuntes, in alterius focum etiam remotum remittit.* 685

68. *Impropria menisçus hyperbolica radios prodeuntes à foco remotiore concavitatis, remittit ut divergentes à foco remotiore convexitatis.* ibid.

69. *Specillum utrinque cavum hyperbolicum, radios ad unius focum remotiorem convergentes, remittit divergentes ab alterius foco remotiore.* 686

DIOPTRICES

LIBER II.

Variæ specillorum combinationes

PROP. I. *SI lens convexa post alteram ante punctum concursus foci adhibeatur, accelerabitur concursus penicillorum, sitque imago distincta objectorum distantium minor.* 687

2. *In eodem casu, quo magis secunda lens removebitur à prima, eo major erit imago, sed semper minor, quàm quæ per solam primam lentem exhiberetur.* ibid.

3. *Si post lentem convexam majorem adhibeatur lens convexa minor, fieri poterit ut imago utriusque simul*

Digitized by Google

ſimul poſitæ major ſit imagine minoris lentis. 688

4. Baſis diſtinctionis duarum ſimul lentium, minùs diſtat ab ultima lente, quam baſis diſtinctionis illius ſolitarie ſumptæ. ibid.

5. Si duæ lentes convexæ modo ſupradicto jungantur, quò magis ſecunda à prima diſtabit, eò minùs imago diſtabit à ſecunda lente. 689

6. Si lens convexa ſtatuatur in puncto foci alterius, ſeu in baſi diſtinctionis, nulla poterit imago diſtincta ab utraque ſic juncta exprimi. ibid.

7. Si lens convexa tantùm diſtet à baſi diſtinctionis primæ, quanta eſt diſtantia foci ejus, etiam tunc erit confuſio, nullaque ab utraque lente ſic juncta efformabitur imago. 690

8. Si lens convexa ſtatuatur poſt baſim diſtinctionis alterius, ita ut ſit major diſtantia ab ea baſi, quam ſit diſtantia propriæ baſis; neceſſariò duabus illis lentibus in aliqua diſtantia, depingetur diſtincta objecti imago. ibid.

9. Si oculus magis diſtet à lente convexa, quam ejuſdem lentis baſis, diſtinctionis, ita ut objecta everſa videat; quo lens erit majoris ſphæræ ſegmentum, eò majus videbitur objectum. 691

10. Quo magis lens ab oculo removebitur, eo minus videbitur objectum inverſum. ibid.

11. De loco apparenti objecti in prædicto caſu. 692

12. Si lens convexa fuerit majus ſuæ ſphæræ ſegmentum, plura ſimul ab eodem oculo ſpectabuntur, in eo ſitu in quo videntur everſa. ibid.

13. Dum objecta per lentem convexam everſo ſitu ſpectantur, quò lens fuerit minoris ſphæræ portio cæteris partibus, eò plura ſimul objecta videbuntur. 693

14. Objectum in puncto foci unius lentis conſtitutum, adhibita ſecunda lente, aliquam poteſt habere imaginem. ibid.

15. Quò lens prima fuerit minoris ſphæræ portio, majus objectum apparebit, & ita demonſtratur microſcopium. 695

16. Objectum propiùs lenti admotum quam ſit focus ejus, adhibita ſecunda lente, aliquam poteſt imaginem habere. ibid.

17. Quo lens prima fuerit minoris ſphæræ portio, eò majus cæteris paribus, apparebit objectum & hoc modo demonſtratur microſcopium. 695

18. Si objectum paulò magis diſtet à lente, aliquam poteſt habere imaginem diſtinctam. ibid.

19. Quo lens prima fuerit minoris ſphæræ portio, eò cæteris paribus imago objecti major erit, & demonſtratur adhuc microſcopium. 696

20. De nocte exigui prototypi ingentem in muro imaginem diſtinctam exhibere duabus lentibus. ibid.

21. Teleſcopium duabus lentibus convexis conſtans. 698

22. Teleſcopium tribus convexis conſtans, objecta everſa exhibens. 700

23. Teleſcopium tribus convexis conſtans objecta erecta exhibens. ibid.

24. Teleſcopium quatuor convexis conſtans. 701

25. Teleſcopium quinque convexis conſtans. 702

26. Teleſcopium in Engyſcopium convertere. 703

27. Teleſcopium binoculum. ibid.

28. Microſcopium duabus lentibus convexis conſtans. 704

29. Engyſcopium tribus convexis conſtans. ibid.

30. Aliud Engyſcopium tribus convexis conſtans plures ſimul objecti partes detegens. ibid.

31. Si oculo lens concava adhibeatur, objecta minora apparebunt. 705

32. Specillum concavum immediatè lenti convexæ præpoſitum, ſi ejus concavitas minoris eſt ſphæræ portio, quam convexitas lentis aut etiam æqualis, impedit omnimodam imaginem. ibid.

33. Specillum concavum, cujus concavitas ad eandem ſphæram pertineat, ad quam convexitas lentis, ſi ab ea removeatur, non impediet quominùs poſt lentem exprimatur aliqua objecti imago. 706

34. Ex Engyſcopio teleſcopium facere. ibid.

35. Specillum concavum, lenti convexæ præpoſitum retardat penicillorum concurſum. ibid.

36. Myopes objecta diſſita ſpecillo concavo diſtinguere poſſunt, quæ minora apparebunt. 707

37. Si duobus ſpecillis inæqualibus objectum idem diſtinctè videatur majus videbitur per ſpecillum quod erit majoris ſphæræ ſegmentum. ibid.

38. Quo magis idem ſpecillum ab oculo removebitur, eò minùs apparebit objectum. 708

39. De loco apparenti objecti per ſpecillum concavum. ibid.

40. Specillum concavum poſt lentem convexam poſitum aliquando imaginem majorem, & ad majorem diſtantiam exprimit. ibid.

41. Specillum concavum poſt lentem convexam aliquando penicillorum radios parallelos remittit aliquando divergentes. 709

42. Teleſcopium Hollandicum, ſeu Galilæanum lente convexa, & ſpecillo concavo conſtans. 709

43. Quo magis aperietur lens convexa, eo cum majori lumine videbuntur objecta, confuſius tamen. 710

44. Quantum detegi debeant lentes convexæ pro varia longitudine teleſcopiorum. 711

45. Quodnam ſpecillum concavum adhiberi debeat, poſt quamlibet lentem convexam. ibid.

46. In teleſcopii Galilæani pauca ſimul objecta deteguntur. ibid.

47. Si duo objecta non multùm diſſita, ſine teleſcopio appareant ſub eodem angulo, quod minùs diſtabit, adhibito teleſcopio majus apparebit. 712

48. Teleſcopium duobus convexis & uno concavo conſtans. ibid.

49. Quomodo ſolares maculæ obſervandæ teleſcopio Galilæano, item ſolſtitia. 713

50. Oculare cavum in teleſcopio auget objecti apparentiam, extra teleſcopium minuit. 714

51. Oculus poſt lentem convexam poſitus intra baſin diſtinctionis, objectum remotum confusè majus, & quo magis ab eadem lente remotus fuerit, eo majus videbit. ibid.

52. Oculus poſt ſpecillum concavum poſitus, objecta minora videt, & quo magis à ſpecillo receſſerit, eo minora videbit. Poteſt tamen aliquod objectum etiam remotum diſtinctè videri. 715

53. Variæ conditiones & habitudines ocularis concavi, & lentis objectivæ convexæ. 716

54. Quantum teleſcopium quodcumque diametrum apparentem objecti cujuſcumque augeat, & de ſphæra cujuſlibet lentis. 717

55. Si lens convexa alteri convexa ante radiorum concurſum addatur, oculuſque ſtatuatur antè baſin diſtinctionis, majus videbitur objectum, per utramque lentem, quàm per unicam. 718

56. Variæ teleſcopiorum ſpecies. ibid.

57. Teleſcopio duobus convexis conſtante ſpeculum planum addere, ut objecta ſitum naturalem obtineant. 720

58. Microſcopiorum variæ ſpecies. ibid.

59. Uſus varii teleſcopiorum. 721

60. De linea uſtoria infinita. 722

61. De Polyedris convexis. 723

62. Plures radios ſolares exhibere. 724

63. Specilla polyedra concava radios multiplicant. ibid.

64. Imaginem

Digitized by Google

Index Tractatuum,

64. *Imaginem non continuam ita reformare, ut per tubum ſpectata appareat continua.* 724
65. *Modus multiplicandorum colorum iridis, aut amplificandorum.* 725
66. *De rerum imaginibus in cubiculo clauſo apparentibus.* ibid.

DISGRESSIO MECHANICA

Methodus elaborandorum ſpecillorum.

PROP. I. *QUi diſci & lances elaborandis convexis lentibus requirantur.* 726
2. *Quomodo elaborandæ lentes objectivæ.* 728
3. *Quomodo elaborandæ lentes oculares convexæ.* 729
4. *Quomodo elaborandæ ſpecilla concava.* 730
5. *Meniſcum elaborare.* 731
6. *Modus perfectior elaborandæ lentis objectivæ.* ibid.

DIOPTRICES.

LIBER III.

De loco imaginis, & refractionibus coloratis.

PROP. I. *OBjectum in aqua ab utroque oculo refractè ſpectatum videtur in catheto, aut non longè.* 733
2. *Si uterque oculus fuerit in eadem ſuperficie refringente, poterit fieri ut objectum appareat extra perpendicularem ductam ab ipſo ad communem utriuſque diaphani ſuperficiem.* ibid.
3. *Baculus media parte ſui, in aëre, & alia in aqua exiſtens, ſi ſit ad ſuperficiem aquæ rectus, communiter apparebit rectus, licèt pars quæ in aqua eſt brevior appareat.* 734
4. *Baculus obliquè in aquam immerſus videtur non conſtruere unam rectam lineam, cum parte extra aquam poſita.* ibid.

SUPPOSITIO

Ad naturam refractionum coloratorum explicandam.

DIGRESSIO I. Phyſica. *EXperientiæ variæ circa colores apparentes.* 736
2. *Quid ſint colores apparentes.* 738
PROP. I. *In priſmate triangulari, ad magnam diſtantiam vividiores apparent colores, quam ad parvam.* 743
2. *Si partem faciei priſmatis vitrei tegas corpore opaco in longum porrecto, in parvâ diſtantia repetetur bis, aut ter idem ordo colorum, in magna unicus erit ordo.* 744
3. *Generantur per priſma triangulare colores apparentes, non ſecundùm aliquam inclinationem conſiſtentem in aliquo gradu, ſed in maxima etiam latitudine.* ibid.
4. *Quomodo ſe habeant radii tranſmiſſi per trigonum in variis inclinationibus.* ibid.
5. *Color determinans non ſibi vendicat determinatum angulum.* 745
6. *Quilibet radius determinatur à vicinis, ut potiùs unum colorem exhibeat, quam alium.* 745
7. *Objecta illuſtria ſatis magna non apparent colorata, niſi in extremitatibus, aut in medio fiat aliqua umbra.* 746
8. *Singuli ordines à luce pura, ad limbum ſive rubeum, ſive cæruleum, non obtinent dimidiatum gradum.* 747
9. *Si objectum illuſtre trans trigonum vitreum, ſpectatum variis umbris interrumpatur, color rubeus in ſingulis eandem partem obtinebit.* ibid.
10. *Radii colorati lente concava excepti dilatantur, lente polyoptra ſeparantur, retinentque ſuum colorem, lente verò convexa in ipſo foco ſuum amittunt colorem, eumque poſt focum recuperant.* ibid.

De Iride. 748
11. *Radii ſolares inæqualiter diſperguntur circa angulum grad. 41. min. 30.* 749
12. *Radii ſolares circa alios angulos, præter circa angulum graduum 41 diſperguntur æqualiter poſt unicam reflexionem & duplicem refractionem.* 750
13. *Poſt duplicem in ſphæra aquea refractionem, & reflexionem, radius ſolaris circa angulum 54 diſpergitur inæqualiter, circa reliquos æqualiter.* ibid.
14. *Radius ſolaris poſt duplicem in guttâ ſphærica refractionem ſine ulla reflexione, colores iridis repræſentat circa angulum graduum 23.* 751
15. *Si gutta ſphærica ſole illuſtretur tres effundet ſuperficies conicas coloratas.* 752
16. *Sole lucente & minùs quàm grad. 41. elevato ſi pluat, iris neceſſariò apparet ad ſenſum circularis.* 753
17. *Iris non oritur ex nubis alicujus totalis refractione.* 754.
18. *Quilibet oculus ſuam ſibi peculiarem in rorida nube iridem vendicat.* 755
19. *Licet iris ſemper circularis appareat, realiter tamen ſæpè hyperbolica, parabolica ellyptica eſt.* 756
20. *Iris ſecundaria à reflexione primariæ non generatur.* ibid.
21. *De Coronis.* 757
22. *Coronæ lucernarum in ipſis oculis efformantur.* 758.
23. *De Pareliis.* 759
24. *De Virgis.* 760
25. *Poſſunt irides eſſe extraordinariæ.* 761
26. *Cur ſol propè horizontem, & major & ovali figura appareat.* ibid.
27. *De crepuſculo & aurora.* 762
28. *Determinare altitudinem athmoſphæræ, ex duratione auroræ, & crepuſculi.* ibid.

TRACTA

Digitized by Google

TRACTATUS XV.

ARCHITECTVRA MILITARIS.

QVAMVIS *tot jam in lucem prodierint, Architecturæ Militaris tractatus, à doctissimis, peritissimisque Architectis elucubrati, qui Theoriam praxi adjungentes, periculum facere potuerunt, an benè cogitata, belli eventibus responderent; atque ex alia parte status hic meus, utpote religiosus ab his materiis pertractandis videatur alienior. Ne tamen Cursus hic noster mathematicus, in hac parte, quæ à multis inter præcipuas recensetur deficiat, instituendus fuit hic tractatus. Alienis experientiis fidendum erit, ordinem tamen scientiæ, qui in plerisque authoribus nullus est, de meo adjiciam, perspicuitatemque quam potero maximam affundam; Principia quidem non omnino mathematica, sed mixta, & ex machinis bellicis præcipuè verò hodiernis petita advocabo, & ad certa axiomata, præcipuasque propositiones totam hanc doctrinam reducam. Hunc tractatum in sex libros partior.*

Primus, sola tradet munitionum principia universalia,

Secundus, munimentorum regularium doctrinam proponet.

Tertius, opera externa adjunget.

Quartus, urbes irregulares muniet.

Quintus, impugnationem, castrametationem continebit.

Sextus denique, repugnationem, seu defensionem complectetur.

Authores qui de hac materia egerunt recentiores sunt, cum hæc muniendi methodus, cum tormentis bellicis, & pulvere pyrio nata sit.

LIBER PRIMVS.

Principia universalia Architecturæ militaris.

DVO hic liber continet; definitiones, seu partium tam ichnographicarum, quàm scenographicarum nomenclationes, Propositiones item universales quæ deinceps loco axiomatum, assumentur, quibus reliqua in discursu demonstrentur.

DEFINITIO I.

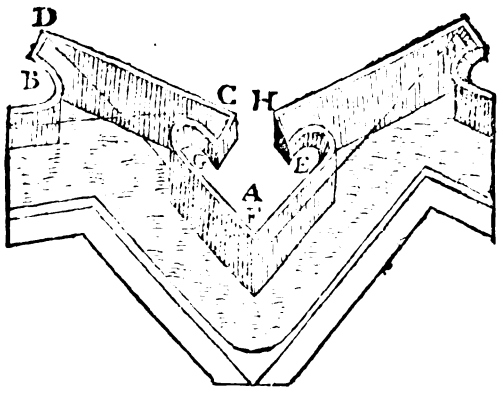
Architecturæ militaris munus, in loci alicujus partibus, ità ritè disponendis versatur, ut pauci multis obsistere, potiorique conditione repugnare possint. Ex qua definitione primò constat, eam inter architecturæ partes recensendam, cum certo ordine munimenta dirigat; secundò oppugnatoriam complecti; cum certis operibus obsessores tegat.

Urbes, & Castella, aut natura, & situ, valida, sunt, aut id habent ab arte, & nonnunquam ab utraque: præruptis cautibus, mari, fluminibus, paludibus sæpe loca suapte natura muniuntur,

Digitized by Google

Ars muros, & valla pro rupibus ſubſtituit, pro mari, & fluminibus, foſſas adhibet; hæ tamen omnes circumſtantiæ magni ſunt in hac materia momenti.

2 Munimentum, aut munitio, *Place*, locus eſt cujus partes ita diſponuntur, ut ſe invicem non tantum directè, ſed etiam obliquè defendant, hoc eſt ita ut præter defenſionem directam, quâ hoſtem à fronte impetunt, obliquè, & à tergo eundem videant, ſi vicinas partes adoriatur. Sic in prima figura propugnacula A & B, murum AB tutantur.



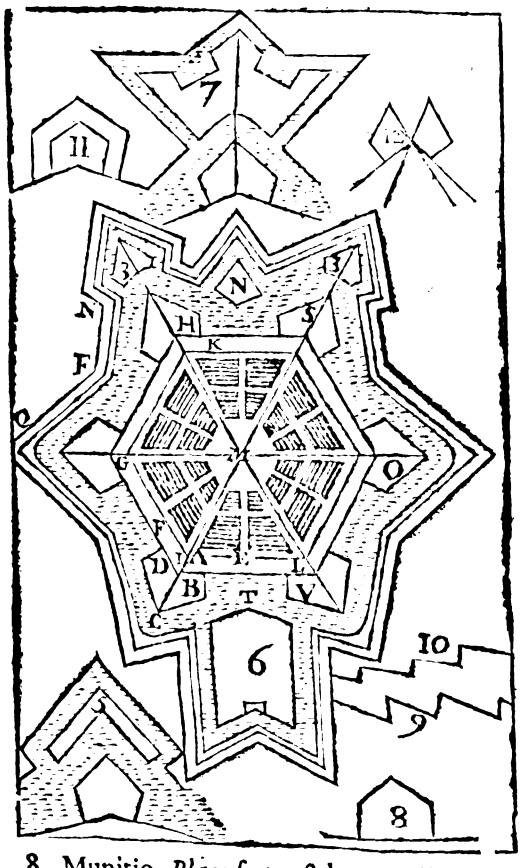
3 Urbs, *Ville*, eſt ædium, & domorum numerus ſatis magnus, mœnibus cinctus, & plerumque nonnullis turribus munitus.

4 Caſtellum, *Château*, eſt munitio parva mœnibus cincta, & ſecundùm antiquam methodum Turribus defenſa.

5 Arx, *Citadelle*, eſt munitio Urbi addita, aut ad eius tutelam, aut continendos cives in officio.

6 Reductus, *Reduit*, pro loco peculiariter munito ſumitur.

7 Munitiuncula, *Fortin*, *Fort de campagne*, eſt parva munitio, cujus ſcilicet anguli defenſi, ſeu propugnaculorum apices minùs quàm 120 exapedis inter ſe diſtant.

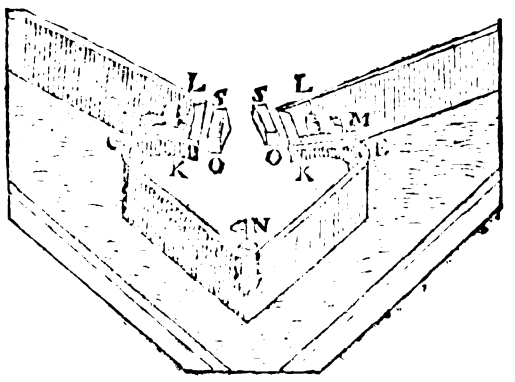


8 Munitio, *Place forte*, eſt locus vallo, & propugnaculis ritè defenſus.

9 Munitio regularis, *Place reguliere*, angulos, & latera habet æqualia quæ communiter ex angulorum numero appellationem habet ita Pentagona, vocamus eam, quæ quinque angulos habet, & conſequenter quinque propugnacula, exagona ſex, eptagona ſeptem, octogona octo, ennneagona novem, decagona decem, endecagona undecim, dodecagona duodecim, quadrata quatuor, triangula tria.

10 Munitio irregularis, angulos, & latera habet inæqualia.

Partes munitionis ſecundùm recentiorem methodum extructæ ſunt cortina, & propugnaculum.



11 Propugnaculum, *Baſtion*, *Boulevart*, eſt moles pentagona exterius hoſtibus objecta, & munitioni ſecundùm unum latus adhærens; addidi has voces *munitioni adhærens*, qui à ſi à præcipua munitione diſtare, etiam ſimilem partibus conſtaret, non propugnaculum, ſed parmula, *Ravelin*, dicetur.

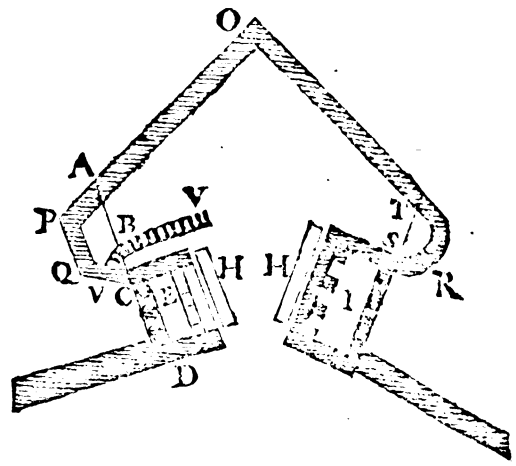
12 Cortina, corda, *la courtine*, eſt murus, ſeu vallum *le rempart* inter duo propugnacula interjectum ut CD. *Vide* 1. *fig.*

13 Facies propugnaculi, *les faces*, *ou pans du baſtion*, ſunt duo ejus latera angulum ejus externum, ſeu hoſtibus objectum comprehendentia ut EF, FG. *Vide* 1. *fig.*

14 Ala, *le flanc*, conjungit faciem propugnaculi cum cortina, ut CG, HE. *Vide eandem figuram.*

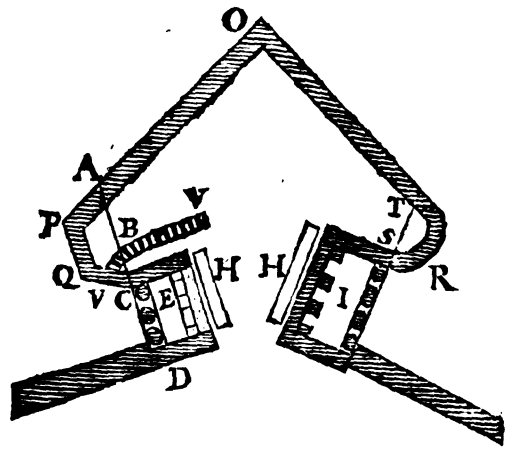
15 Collum, *la gorge*, eſt propugnaculi aditus, ut CH. *Vide eandem figuram.*

Diligenter autem notandæ ſunt iſtæ partes in quibus omnis munitio poſita videtur, nempe cortina, alæ, facies, *Courtine*, *flancs & faces.*



16. Humerus propugnaculi, *l'eſpaule d'un baſtion*, eſt pars propugnaculi, facici adhærens, quæ humeri nomen ſortitur, dum in lineas rectas flectitur

flectitur, ſeu cum polygona eſt, ut APqC quæ

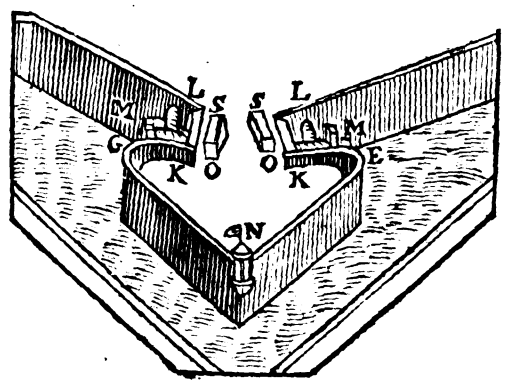


tegit tormentorum bellicorum, ſtationem E.

17 Auricula, *orillon* eadem eſt pars, in orbem ſeu circulum efformata ut TRS, quæ pariter tormentorum bellicorum ſuggeſtum I protegit. *Vide eandem figuram.*

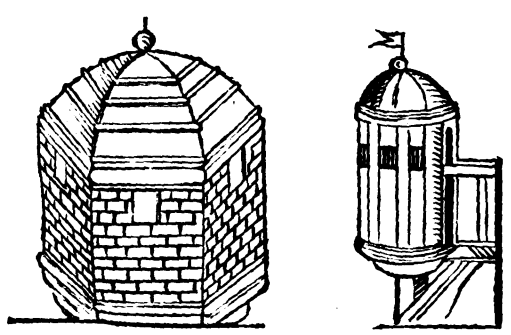
18 Ala tecta, *flanc couvert* eſt alæ pars, quæ tegitur humero, aut auricula nempe tormentorum bellicorum ſuggeſta E aut I. *Vide eandem fig.*

19 Suggeſtum ſuperius, ſuggeſtum inferius, *place haute* OS, *place baſſe* M, in quibus collo-



cantur tormenta bellica. Hæ ſtationes ita diſponuntur ut ſuperior ſit poſt inferiorem. Aliàs ſuperior inferiori directè imminebat ope fornicis, ſeu teſtudinis, cui imponebatur, unde inferior, caza armata dicebatur *cazematte*. Hæc tamen diſpoſitio modò communiter ut noxia rejicitur, eò quòd inferior poſt primas tormentorum exploſiones propter fumum inutilis reddatur, fornices verò tormentorum globis verberati, facilè disjiciantur, & utramque inutilem reddant.

20 Specula, *guerite*, *eſchauguette*, eſt turricu-



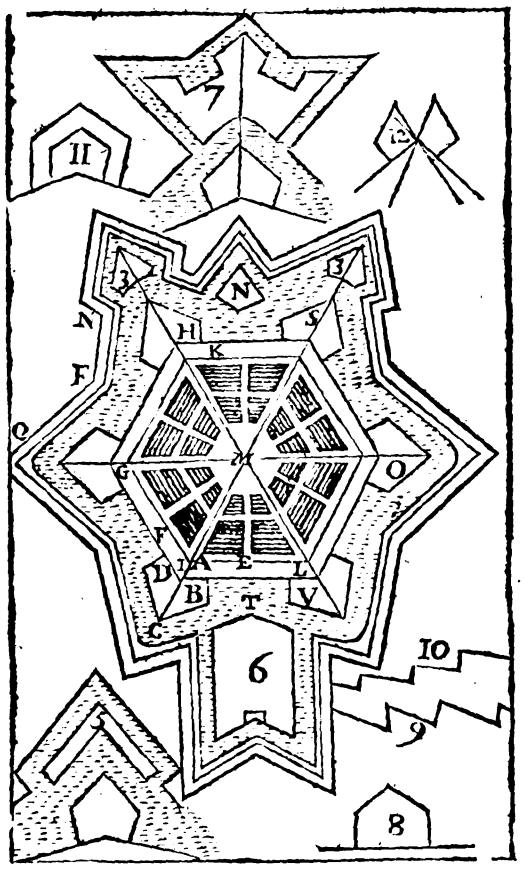
la, quæ crmmuniter apici propugnaculi imponitur, ut ibi ſpeculator excubias agat.

21 Ichnographia eſt horizontalis munitionis deſcriptio, *le plan d'une fortification*, cum operoſum ſit prominentes & ſolidas exhibere deſcri-

ptiones eorum quæ in mente habemus, ichnographiam, plantam, ſeu fundamentorum veſtigia proponimus, quibus imponendi ſunt muri. Ut ſi munimentum excitandum ſit ejus ambitum delineo ut egeſtâ humo à fundamentis incipiam: quod ut exactius perficiatur in charta eandem plantam deſcribo, quam ichnographiam ſeu ſectionem horizontalem nominamus, quaſi totum munimentum ſolo eſſet æquatum, ſolaque ejus reſtarent fundamentorum veſtigia.

Ichnographicæ voces.

22 Semicollum, *la demigorge*, eſt linea, à medio propugnaculi aditu, ad cortinæ & alæ con-



curſum ducta ut AI, atque ita communiter, duo ſemicolla non jacent in directum, ſed polygoni interioris angulum AIF comprehendunt.

23 Capitalis, *la capitale*, ducitur à concurſu ſemicollorum, ad apicem propugnaculi, & producta in centrum munimenti incurrit, ut CI.

24 Linea defenſionis ſtringens, *la ligne de defenſe razante*, ducitur ſecundùm faciem propugnaculi, ad aliquod cortinæ punctum ut CBL.

25. Linea defenſionis figens, *ligne de defenſe ſe fichante*, angulum cum facie comprehendit, protenditurque ad concurſum alæ, cum cortina ut SH, vocatur figens eò quòd glandes plumbeæ, ab ala emiſſæ in faciem infigantur, atque adeo hoſtem à tergo impetant. Hæc linea figens in omni munimento locum non habet, ſæpe enim linea ſtringens in concurſum alæ & cortinæ incidit ut CBL. Ala pariter dicitur figens, aut ſtringens prout defenſionem ſtringentem, aut radentem habet.

26 Ala cortinæ, ſeu Ala ſecunda, *le flanc de la courtine*, *ou le feu de la courtine*, *le ſecond flanc*, eſt pars cortinæ inter lineas defenſionis comprehenſa ut HK. Vocatur autem ala, eò quòd alæ officio fungatur; ſicut enim ala arcet hoſtes à facie, ita hæc ſecunda ala eoſdem imperit, com-

Digitized by Google

mune eſt effatum, ita detorquendas eſſe propugnaculorum facies, ut hæc ſecunda ala maxima evadat, quod communiter Gallicè dicimus *il faut prendre le plus de feu qu'on peut ſur la courtine.*

27 Polygonum interius eſt munitionis circuitus, interius, ſeu intra propugnacula ſumptus ut EIG. *Vide 3. fig.*

28 Polygonum exterius, eſt munitionis ambitus, propugnacula complectens; ut SO.... hi duo circuitus concentrici ſunt.

29 Latus munimenti idem eſt ac latus polygoni interni, componiturque ex cortina, & ex duobus ſemicollis ut LI.

30 Datur & latus exterius, nempè linea connectens duos propugnaculorum Apices ut C.... Vocatur etiam polygonorum diſtantia.

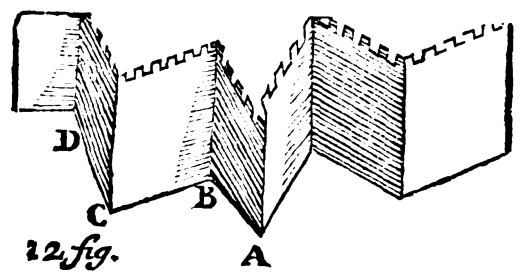
31 Radius ſeu ſemidiameter minor, ducitur à centro munimẽti ad propugnaculi ingreſsũ ut MI.

32 Major ſemidiameter à centro ad apicem propugnaculi ducitur, ut MC.

33 Polygonorum diſtantia eadem eſt ac diſtantia utriuſque lateris.

Anguli ichnographici.

34 Angulus externus, *angle ſaillant* ad hoſtes protenditur ut BCD.



12. *fig.*

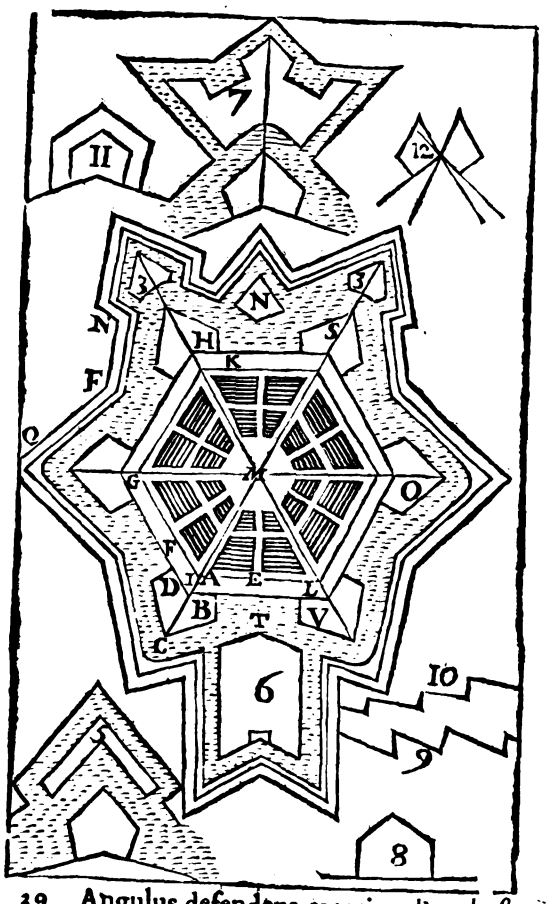
35 Angulus internus; *angle rentrant*, ad interna procedit, apicemque ad centrum obvertit ut ABC.

36 Angulus centri, *l'angle du centre*, à duabus ſemidiametris, aut capitalibus productis in centro munitionis comprehenditur, ut LMI.

Angulus Polygoni, aut circumferentiæ à duobus munitionis lateribus formatur ut L I G. *Vide tertiam figuram, quâ definitiones ſequentes explicantur.*

37 Angulus defenſus, ſeu propugnaculi, *l'angle flanqué*, à duabus propugnaculi faciebus formatur ut BCD, ita communiter vocatur, quia lateraliter eos impetimus, qui talem angulum impugnant.

38 Angulus defendens interior, *l'angle flanquant interieur*, à ſtringente & cortina comprehenditur ut BEA.



39 Angulus defendens exterior, *l'angle flanquant exterieur* à duabus ſtringentibus comprehenditur ut BTV. Vocatur item angulus forcipis. Si enim duæ facies ad concurſum producantur, habetur forcipula.

40 Angulus determinans alam, *l'angle forme-flanc*, ab Hollandis communiter adhibetur, ad conſtituendam alam, ut ELV.

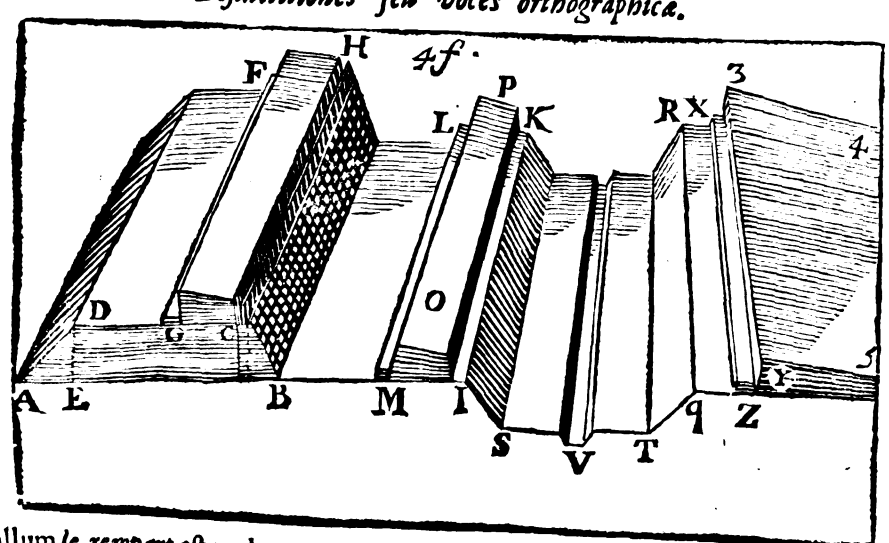
41 Angulus humeri, *l'angle de l'épaule*, ab facie, & ala comprehenditur ut ABC.

42 Angulus imminutus, *l'angle diminué*, à facie propugnaculi, & latere externo comprehenditur ut.

43 Platea militum, *place d'arme*, in medio munitionis poſita eſt, cogendiſque militibus, ordinandis, & ad ſtationes mittendis deſtinatur ut M.

44 Foſſa munitionem ambit undique ejus acclivitas interior, quæ nempe ad interna munitionis ſpectat, *ſcarpe* nuncupatur. Quæ vergit ad exteriora, *contreſcarpe.*

Definititiones ſeu voces orthographicæ.



45 Vallum *le rempart* eſt moles totam munitionem ambiens hæc nonnumquam ſola humo aggeſta

aggesta constat, satius tamen lateritio, aut lapideo muro vestitur, qui indusii nomen habet *chemise*. Hæc moles tormentis bellicis resistere debet, ut ABCD.

46 Ejus aclivitas interna AD *le talud interieur*, lenis est, ut facilem militibus ascensum præbeat, ideoque ejus altitudo DE, latiduni AE, æquabitur.

47 Statio vallaris *le terreplein du rempart* DF, horizontalis erit, ut in ea tormenta bellica collocentur, & milites in ea sua munia exerceant.

48 Lorica valli, seu ut vocant lorica Regia, *le parapet Royal* mole constat, quam globus majoris tormenti non petvadat, ut pote duabus, aut tribus exapedis crassa; ejus basis CG, duas item acclivitates habet, immò superior ejus superficies nonnihil aclivis esse debet.

49 Ejus suppedaneum G, *la Banquette*, uno aut altero gradu constat, ut milites attollantur supra loricam, & Sclopos suos in hostem explodant.

50 Excubiarum via, *le chemin des rondes*, duobus circiter pedibus lata, loricam vallarem exterius ambit, ut CH.

51 Lorica viæ excubiarum, *le parapet du chemin des rondes*, sclopis majoribus resistit, *à l'épreuve du mousquet*.

52 Margo promuralis, *la berme*, *le relais*, lata semiexapeda, dissilientes ex loricæ, aut valli ruinis rudera excipit, ne infossam cadant.

53 Statio promuralis, *la fausse braye* est vallum humilius, constat autem simplici statione BL, & lorica OP, hæc statio promuralis in multis munimentis nulla est.

54 Fossa IQRK, nonnunquam sicca est, nonnunquam aquis plena IS, ejus aclivitas interior, *scarpe*, QT ejus acclivitas exterior; *contrescarpe*.

55 Cupula, *cuvette*, V, fossa minor in majori, ad derivandas in unum locum aquas.

56 Via tecta QX, *chemin couvert corydor*, fossam undiquæ ambit.

57 Lorica viæ tectæ, *parapet du chemin couvert* 3 Y.

58 Suppedaneum loricæ XZ, *la banquette du chemin couvert*.

59 Acclivitas loricæ, quæ in planitiem agri suburbani desinit, 34 SY. Hæ omnes partes munimentum undique ambiunt, nisi quod plerumque propugnacula pro simplici vallo, plena sunt opera item externa suo vallo, lorica & fossa muniuntur, viam tamen tectam cum munitione principali communem habent.

Definitiones & voces operum externorum.

Explicatis quasi essentialibus, cujuscumque munitionis partibus, ad exteriores seu accidentales gradum facio, quales sunt parmulæ *les ravelins*, cassides seu lunulæ, *les demilunes*, cornuta, *les ouvrages à corne*, coronata, *les ouvrages à couronnes* forcipulæ simplices, & duplices, *les simples, & doubles tenailles* quæ opera vel ad longius removendum hostem pertinent, vel ad præoccupanda loca, quæ arci possent officere. *Vide 2. fig. pag. 2.*

60 Parmula, *un ravelin* ut modo sumitur, est moles ut plurimum trilatera à reliqua munitione separata, ultra fossam cortinæ objecta, duabus ut plurimùm faciebus constans 30, aut 40 exapedarum. Si enim spectetur prima hujus vocis acceptio, qualem in Italicis Scriptoribus, à quibus ferè omnes hujus artis appellationes desumpsimus, *ravelino* propugnaculum planum significat, quale lineæ rectæ imponimus, *un bastion plat*, ut 8. Eadem figura sequentes definitiones explicantur. *Vid. fig. def. 38.*

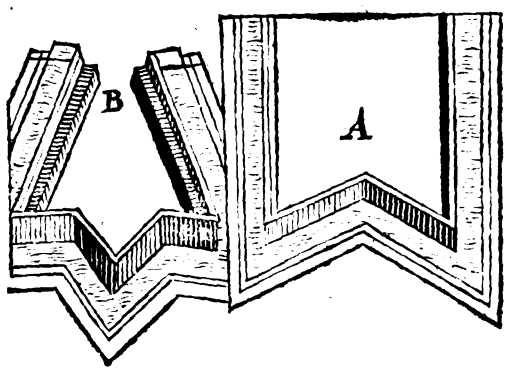
61 Lunulæ seu cassides, *les demilunes*, sunt pariter moles trilateræ angulo propugnaculi ultra fossam objectæ ut 3. Ita vocatæ quod ea parte, fossa in orbem flectatur, lunulæque similitudinem aliquam referat. Sæpe tamen etiam parmulæ, lunularum appellationem habent. Ita ut *le ravelin, & la demilune*, confundantur. Sed quæstio est de voce.

62 Popugnaculi exterius vallum, *contregarde, conserve*, moles sunt pariter angulares, vallo & lorica constantes parallelo faciei propugnaculi, ultra fossam constitutæ ut 5. Differunt à lunulis, quod propugnaculum ex parte ambiant.

63 Cornuta sunt moles ultra fossam positæ duobus lateribus, ut plurimum ad cortinam perpendiculariter incidentibus, & duobus dimidiatis propugnaculis cum una cortina ut 6. Cum cornutorum latera longiora sunt quam ut ex principali vallo defendantur, iis addantur humeri à quibus suam defensionem hauriant. Cortinis cornutorum, sicut & coronatorum nonnunquam adduntur parmulæ, *des petits ravelins*.

Opera item coronata, *les ouvrages à Couronne*, duobus pariter lateribus non parallelis, sed ut plurimum divergentibus constant, duobus item semipropugnaculis, uno saltem integro, & duabus Cortinis, ultra fossam ut plurimùm angulo propugnaculi objiciuntur. Latera cornutorum ferè semper parallela sunt; nonnunquam tamen divergunt.

64 Forcipes, *les tenailles*, pro cornutis substituuntur, lateribusque constant similibus, sed loco semipropugnaculorum, & cortinæ, in angulum internum efformantur, ut A in figura quinta; aliquando forcipum latera divergunt, & tunc formam habent caudæ hirundinis, *à queüe d'aronde*. Nonnunquam convergunt, *à contrequeüe d'aronde*.



65 Forcipes duplices, duplicem habent angulum internum, & pro coronato substituuntur ut B. *in fig. 1.*

Hæc opera externa solo agri suburbani altiora sunt, suoque vallo, & lorica humiliori tamen, & fossa particulari muniuntur.

66 Propugnacula plana, lineæ rectæ, non angulo imponuntur, ideoque in iis lineæ semicolli in directum jacent ut 8. Irregularibus munitionibus inserviunt, quoties scilicet latus urbis longius occurrit, quod propterea in plures cortinas dividendum est. *Vide fig. 2.*

Digitized by Google

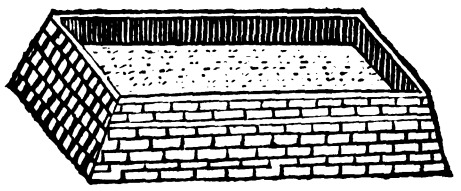
67 Anfractus, *Redans*, eſt anfractuoſum vallum, quod propugnaculis munire nolumus, eò quòd propter fluvium, aut mare ſatis firmum videatur *ut* 9. *fig.*2.

68 Humeri, *Eſpaulements*, ſunt anfractus ad angulos rectos efformatus *ut* 10. *fig.*3.

65 Propugnacula duplicia, *les Baſtions doubles*, ſunt duo propugnacula quorum unum ab alio ambitur, quæ in locis editioribus adhibentur, *ut* 11. *fig.*3.

70 Semipropugnacula conjuncta, *les demi-baſtions accollez*, duo habent ſemipropugnacula in angulum internum, ut 12 ejuſdem figuræ, hoc angulo acuto muniendo aptantur.

71 Suggeſtum, *un cavalier*, eſt moles ſupra

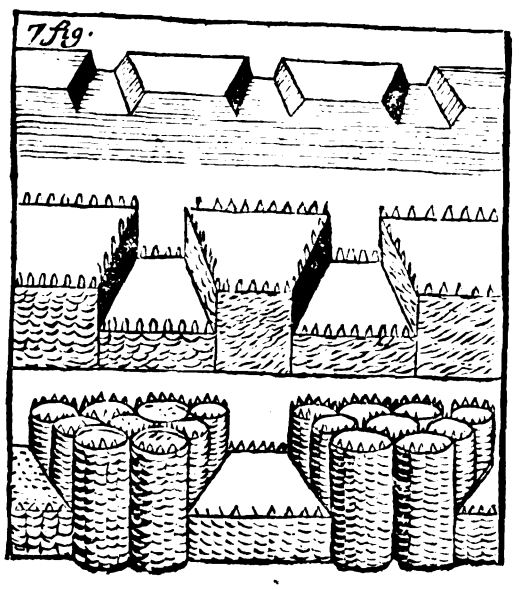


vallum eminens, in qua tormenta bellica collocantur, hoc nomine, *cavalier*, dicta, quod loricam valli tantum ſuperet, quantum eques pedite altior eſt.

72 Aggeſta moles, *Plateforme*, in angulo externo conſtruitur.

Definitiones variarum rerum ad munitiones pertinentium.

72 Tormentorum feneſtræ, *les Embraſeures*, in



quibus ſtatuuntur tormenta bellica, ut in hoſtem dirigantur, *ut in ſecunda parte figura.*

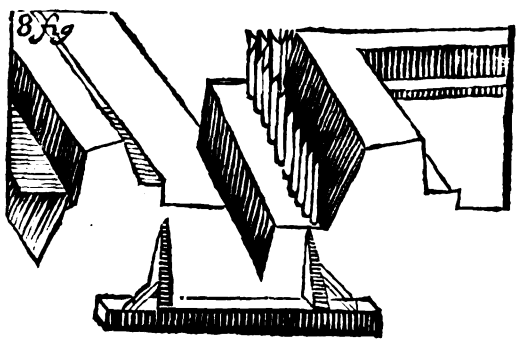
74 Pinna, *Merlon, Treneau*, inter duas fenſtras interjacet, *ut in prima.*

75 Muri corona, *Cordon*, ſeries quadrariorum lapidum, ſecundum baſin loricæ extenſa.

76 Cataracta, crates, occa, *Herſe Sarraſine*, cancellis validis conſtantes fores, & ſuſpenſæ, quæ dum ſubitus hoſtium inſtat metus demittuntur, ut adytum intercludant.

77 Organa, *les Orgues*, ex ſeparatis componitur trabibus, ſimiliter ſuſpenſis.

78 Vaccerræ, *une Paliſſade*, longioribus palis



continuaque trabe revinctis conſtans vallum. Si pali fuerint horizontales dicetur, *freſe.*

79 Repagula brevioribus, & minus crebris conſtant palis, *barrieres.*

80 Hirſuta trabes, longioribus acuminibus aſperata ad præcludendum aditum, *Cheval de Friſe.*

81 Candelabra, *Chandeliers*, ſunt faſcium, & ramorum ſuſtentacula. *Vid. fig. def.*78.

82 Poternæ, cœcæ fores, poſtes à tergo, *fauſſe porte.*

83 Pons ductarius, *Pont-Levis à bacule, ou à fleche.*

84 Anticuniculi, *contre mines*, ſunt fornices idemtidem aperti, ſecundùm vallum protenſis quibus hoſtium cuniculos irritos reddimus.

85 Putei ad idem præſtandum, *Caſcanes.*

86 Murex tribulus, *Chaſſe trape.*

87 Viminea corbita, humo farta ad retundendos tormentorum globos, *Gabions. Vid. 3. fig.*72. *ſuperius.*

88 Lapideus aut lateritius valli murus, *la Chemiſe.*

89 Locus alteri dominari dicitur ſi eo novem pedes altior fuerit.

PROPOSITIO I.

De progreſſu munitionum.

Ordo ſcientiæ poſtulat, ut traditis definitionibus, explicatiſque vocibus uſurpandis in decurſu, nonnulla proponamus axiomata, ex quibus concluſiones noſtras ſcientificè deducamus. Ut autem melius horum axiomatum veritas eluceſcat, finis hujus ſcientiæ initio propoſitus revocandus eſt, qui nempe partes munitionis ita digerendas proponit, ut pauci multis obſiſtant, potiorique conditione repugnent, quæ omnia ut exequamur diligentius munitionum progreſſum oculis ſubjiciendum cenſuimus.

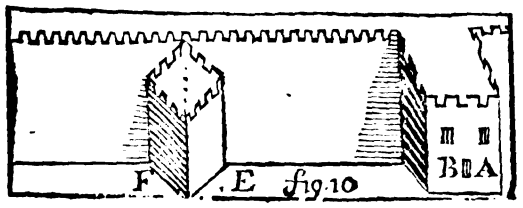
Initio quidem munimentis ſimplicibus, & ab iis non multùm abhorrentibus quæ natura conſtituit, urbes cingebantur, nempe muris continuis, nullibi interruptis, nulla mole in hoſtes erumpente. Eorum craſſities tanta erat, ut in iis milites conſiſterent, ex quibus duo ſequebantur commoda: Primum, quod ex ſuperiori loco dimicarent cives, ſecundum quod hoſtium impetum ſiſterent, quibus vel murus ſcalis ſuperandus erat, vel ſuffoſſione disjiciendus. Duplex harum munitionum defectus ultro ſe prodit. Proponebantur enim cives in ſuperiori loco, quaſi ſigna telis petenda,

Digitized by Google

tenda, qui quamvis adventanti hosti, & longius posito nocerent, vicino tamen muris ipsis protegentibus nihil damni inferrent.

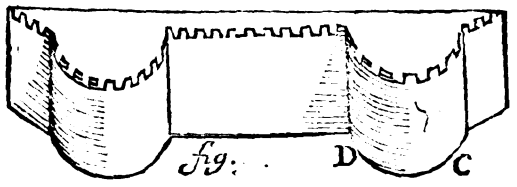
His incommodis duplici via occursum est, primo lorica muro addita est variis locis aperta, hoc est non continua sed pinnis alternatim instructa, jaculatoriæ item fenestræ in muro constructæ sunt, quibus variè peterentur hostes. Additæ sunt & speculæ, ex quibus obruerentur lapidibus; sed cum hæc jacula sint imbellia, quorum ictus facilè retundantur, ad defensiones obliquas confugiendum fuit.

Ex his enim incommodis facilè concluditur solam defensionem directam non sufficere, maximéque tutam eam esse munitionis speciem, quæ hostem directè, obliquè, & à tergo petendum proponerent. Quare Turres muris additæ sunt, quæ murum defenderent. Et primo quidem turres quadratæ constructæ sunt, obverso ad hostes uno



earum latere ut *in figura A B* intueri licet, quæ dispositio in eo deficit, quod latus AB, defensione obliqua careat, & tam facilè expugnetur quam simplex murus turribus carens.

Rotundæ turres aptiores visæ sunt; primò quia spatium ante turrim defensione obliqua destitutum



videbatur minus esse, nulliusque momenti, secundo quia lapides quadrarii quibus constant, in cuneum efformati, melius inter se cocunt dum ariete impetuntur, nempe machina, his temporibus maximè in usu.

Nonnulli aliter quadratis turribus muros instruxerunt nempe obverso ad hostes uno earum angulo, ut in EF, ex qua dispositione id emolumenti consequimur, ut latera muro adjacentia omnino lateant licet eum obliquè defendant: Ex his turribus ortum habere videntur propugnacula, cum antiqua methodus alas ad faciem perpendiculares exhibeat, & propugnaculum omnino quadratum efficiat. *Vide* 11. *fig.*

Hæc munitionum species diu fuit usurpata, diutiusque perduraſſet, nisi tormenta bellica, quæ nos ad opponendas moles solidiores, & crassiores adegerunt, mutationem suasisset. Quare turres ut minus solidas rejicimus, earumque loco propugnacula similis penè figuræ substituimus. Moles rotundas hosti non objicimus, quippe quæ spatium aliquod indefensum relinquant, quod multò magis nobis vitandum est quam antiquis, ne fossori detur locus, qui intra breve tempus subjecto pulvere pyrio labem inferret. Adde quod rotunda corpora ex omni parte perpendiculariter impugnantur, atque adeo ab hostilibus tormentis facilè etiam remotis ab reliquis munimentis, quaterentur.

Anguloſam igitur molem objicimus, ut hostiles ictus obliquè incidant, sintque propterea invalidi, aut si perpendiculares evadant, hostiles machinæ oppositio propugnaculo, obliquè & etiam à tergo petendæ admoveantur. Secundò moles magnas opponimus, ut tormentorum bellicorum impetum ferant, unde simplicem murum non excitamus, sed aggesta humo illum roboramus, tum ut plures in iis propugnatores collocemus, unde satius semper ducimus pauciora extruere propugnacula, sed majora, quam pluta, & minora. Denique cum hosti sit facilius propugnacula impugnare, utpote magis exposita, minusque defensa, quam cortinam utroque tectam propugnaculo, ea satis ampla fieri oportuit, ut plurium propugnatorum, & rescissionis fierent capacia, si fortè labe inflicta ab hostibus insiderentur.

PROPOSITIO II.

Nullus sit in munitione locus, qui ex pluribus stationibus videri, & telis obsessorum defendi non possit.

Hoc propositio apud omnes vicem axiomatis in hac materia præcipuè locum obtinet, cui nempe ars muniendi innititur.

Demonstratio. Si enim detur aliquis locus defensione obliqua destitutus, impunè poterit ab hostibus occupari, & cuniculo subversus viam iis aperiet atque adeo sine dispendio, & statim assequetur, quod magnis expensis, vix ac ne vix quidem consequeretur, si omnia ritè defensa forent. Ideo enim loricas cæterasque defensiones tormentis quatit, & disjicit, ut impunè ad vallum adrepat & fossorem adhibeat, qui cuniculum intra paucos dies perficiat. Unde propugnaculorum apices orbiculares, licet fortiores rejicimus, ne pars magni alioquin momenti obliqua defensione careat. Quare concludimus hunc defectum directè fini hujus artis opponi, quæ munitionis partes ita dirigendas suscipit, ut aggressorem, à fronte, à lateribus, & si fieri potest à tergo impetendum proponat.

PROPOSITIO III.

Defensio brevior, obliquior, & multiplex certior est.

Satis notum est per se, ex majori intervallo emissas glandes, imbecilliorem & incertiorem ictum efficere, ergo cæteris paribus defensio brevior longiori præferenda est.

Addo obliquiorem, eam nempe, quæ à directa magis recedens hostem, à lateribus, aut à tergo impetit, alteri minus obliquæ anteponendam esse. Ictus enim laterales minus caveri possunt quam qui à fronte, illum petunt, minus adhuc prævidentur quam qui à tergo invadunt; ergo obliquior defensio certior est.

Denique multiplicata defensio, simplici anteponitur, hoc est ea pars munitionis melius defenditur, quæ ex pluribus locis stationibus videtur. Ut autem omnia ritè procedant, omnes munitionis partes, ita sunt disponendæ, ut sibi mutuo opem ferant; nullaque sit quæ simul non defendatur, atque adeo, & sibi & aliis ut ilis.

PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO IV.

Maxima linea defensionis majoris sclopi jactum ne superet.

Linearum defensionis longitudo, ad jactum machinarum, quibus utimur ad arcendos hostes exigitur. Ita antiqui qui sagittis, & arcubus utebantur, frequentissimas turres excitabant; quamvis autem majores sclopos, & tormenta curulia adhibeamus; dico tamen majorum tantum scloporum rationem habendam esse, ita ut ea pars quæ longius distat ab ea statione ex qua suam defensionem haurit, pro non defensa habeatur.

Defensio debet esse facilis, expedita, certa, & sine maximis expensis, sed defensio petita à majori sclopo, has habet conditiones, quibus caret, quæ tormentis curulibus peragitur; ergo hæc prima potius spectari debet: Major videtur certa, si enim defensio sit difficilis cum maxima difficultate hostis arcebitur; nisi fuerit expedita, tempus accedendi, & se tegendi inveniet, si incerta, incerti erunt ictus, atque adeo forsitan aberrabimus, si expensæ fuerint majores, forsan iis erimus impares.

Secunda pars facilè suadetur. Tormenta enim curulia nimis multa requirunt ut pulvere & globo instruantur, aut in hostes dirigantur, ratò admodum exploduntur, & incertos habent ictus; unde si res tormento bellico ageretur, lubenter aggressor nonnullos ex suis exponeret, ut primo congressu stationem ad muros collocaret. Quia certum est paucos admodum, soloſque ut vocant infœlices ictu majoris bombardæ interire, & solos ignavos terreri.

At verò major sclopus seu mosqueta, nec tantum requirit apparatum, certiusque & crebrius ferit, multoque plures haberi possunt.

COROLLARIUM.

Quandoquidem omnes ferè in eo consentiunt, quod jactus horizontalis & certus majoris sclopi non multum ultra 120 exapedas se extendat, quamvis si attollatur ulterius producatur, sed sine ea certitudine quæ requiritur, linea quæ 120 exapedas, nimis longa censebitur, quam ut sit linea defensionis & consequenter quæcumque pars munitionis, magis distabit ab ea statione, ex qua suam defensionem obliquam haurit, quam 120 exapedis, seu 720 pedibus Rynlandicis, prò non defensa habebitur. Possumus tamen uti pede Parisiensi, quamvis quatuor lineis longiori, immutato pedum numero, sic enim exurgent 122 exapedæ Rynlandicæ. Nonnulli hanc lineam nonnihil longiorem assumunt, nempe 130, & etiam 140 exapedarum. Alii ut ulterius eam provehant longioribus & majoribus sclopis alas instruunt.

Neque vero quis objicere potest nonnunquam occisos fuisse milites, ad mille, & etiam ad mille ducentos passus, id enim fortuitò accidisse dicendum est, sclopo altius directo. Certum est enim quamlibet machinam, ad angulum semirectum elevatam jactum habere decuplum horizontalis, seu directi.

Ab hac maximæ defensionis longitudine, singularum partium munitionis mensuras determinabimus.

PROPOSITIO V.

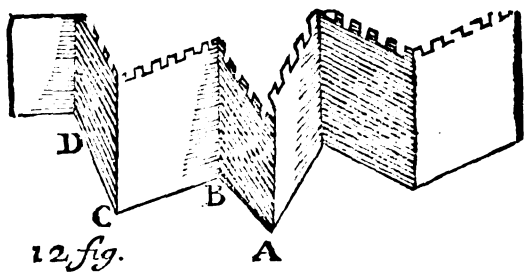
Nullum punctum linea rectæ, partem ullam ejusdem linea obliquè defendit.

Suppono vallum in lineam rectam extensum. Dico ex nulla statione illius valli posse obliquè defendi aliam quamcumque partem ejusdem valli, ita ut si ad illam hostis accedat propius, non possit ad latera impugnari.

Demonstratio. Ut obliquè petatur hostis, debet sclopus in eum dirigi; sed qui stat in vallo, non potest sclopum dirigere, in hostem ad pedem ejusdem valli positum, quin & sclopum ultra vallum statuat, ipseque medio saltem corpore appareat, id autem præstare non potest sine periculo, ut præceps ruat, aut hostium telis trajiciatur; ergo si aliqua pars munitionis nullam defensionem habeat, nisi à vallo cujus est pars, ut non defensa censenda est. Præcipuè si vallum altius fuerit, suaque altitudine hostem tegat.

PROPOSITIO VI.

Simplex angulus internus ad munitionem constituendam sufficit.



12 fig.

Munitionem angulis internis constantem, seu stellulam A B C propono, in qua videntur lineæ AB, BC se invicem obliquè defendere, dico hanc munitionem rejiciendam esse, seu vallum altitudinis mediocris in hanc figuram formandam non esse.

Demonstratio. Illa ratio muniendi legitima non est, quæ peccat contra axioma propositione secunda explicatum, quo nempe statuimus, nullam munitionis partem debere defensione obliqua destitui; sed in stella ABC punctum B omni defensione obliqua caret, solamque directam habet, quam non sufficere demonstravimus. Punctum enim B, à linea AB cujus est pars, nullam defensionem obliquam haurit (*per 5. propositionem*,) sed neque à linea BC, propter eandem rationem: ergo defensione obliqua destituitur.

Posui tamen munitionem cujus vallum mediocris esset altitudinis, si enim ageretur de munitiuncula, aut opere externo, cujus vallum est humilius, hanc figuram admittimus, eò quòd sit difficile ut quis in ea parte tectus, aut tutò consistat; quare in forcipulis, in circumvallationibus, in munitiunculis aliisque operibus quæ potius ad primum hostium sistendum extruuntur, quam ad ferendam obsidionem Angulum internum non rejicimus.

PROPO

PROPOSITIO VII.

Propugnacula alis destituta rejiciuntur.

Quandoquidem omnium partium munitionis, rationem reddimus, examinandum est in hac propositione, an alæ omnino necessariæ sint; videntur enim potius fortuito casu, quam ex certo consilio, propugnaculis esse addita, cum tormentis bellicis propugnacula objecerimus, quæ majorem haberent resistentiam, quam turres; eandem tamen figuram retinuimus, saltem in antiqua methodo Gallica. Alteram igitur munitionis spe-

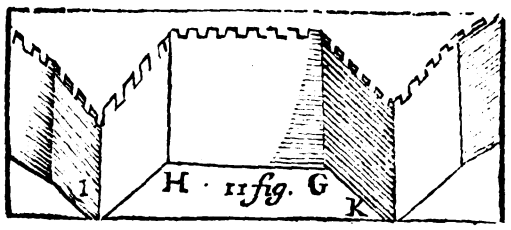


fig. II

ciem, propono quæ sola cortina, & faciebus constet, qualem figura KGHI nobis exhibet, quam pariter rejiciendam pronuntio.

Demonstratio. Methodus muniendi quæ propugnacula efficit, aut nimis parva, nimis acuta, quæ cortinam nimis exponant hostibus, quæ hostem non satis amplectantur, deficit in punctis maximi momenti; sed munitio quam propono, talis est; nam in ea propugnacula triangularia forent, quæ figura aream habet minimè capacem. Quod si angulus defensus fuerit sexaginta tantum graduum, non habet satis roboris, si ad angulum rectum accedat, ita parum prominet, ut sit rescissionis omninò incapax, denique cortina GH nimis hostibus exponitur.

Objectio. Ratio muniendi quæ multiplicem defensionem, & breviorem singulis partibus tribuit, alteri cuilibet præferenda est, sed ea de qua agitur est hujusmodi, nam tres tantum partes habet, quarum quælibet duæ, tertiam defendunt, ita ut nulla sit quæ non defendat, & defendatur. Defensionem item brevissimam efficit, nam facies H I, quæ in methodo communi, suam defensionem ab ala opposita, mutuatur, eam habet in hac à Cortina vicina, HG. Possent insuper in puncto H constitui duæ tormentorum stationes, una ad defendendam faciem H I, alia verò ad tuendam cortinam HG, & faciem GK. Denique cortina quæ in methodo communi ut plurimùm inutilis est; in hac evadit defensiva.

Respondeo. Faciem æquè defendi in methodo communi, ac in proposita; ala enim eam respicit fere directè, in ordine ad loricam, qua tegitur. Addo cortinam in hac dispositione, non satis tegi, cum in communi tam facilem ab alis defensionem habeat, ut nullus impugnationi locus relinquatur: ex quo fit, ut potius facies & propugnaculum quod rescissionis capax est impugnetur quam cortina. Fateor quidem in hac dispositione defensionem evadere breviorem, hoc tamen commodum tam exigui videtur momenti, ut aliis majoribus quæ detrahit præferri non debeat. Ex quibus concludo, non sine ratione consuetam munitionibus figuram tribui, ita ut alia quælibet videatur ineptior, quamdiu machinæ nostræ adhibebuntur.

PROPOSITIO VIII.

Distantia Apicis propugnaculi ab ala opposita ne superet jactum majoris sclopi.

Secundùm propositionem quartam, cum defensio in munitionibus, ad jactum majoris sclopi exigatur, idem est alam, non magis removendam esse ab apice propugnaculi, ac totam faciem ab ala primaria defendendam esse, nec alam secundariam, in cortina sumptam sufficere; quod in hac propositione statuo.

Demonstratio. Ala secundaria seu Cortinæ, sola faciem propugnaculi non satis tuetur; Primò quia hæc pars cortinæ defensiva, brevis est, & lateraliter tantum, non verò à tergo hostem impetit; Quando vero ala primaria, faciem propugnat, non tantum certiorem præbet defensionem, sed facies etiam se mutuò juvant, hostemque à tergo invadunt; ex quibus efficio non esse ita ab invicem removenda propugnacula, ut maxima defensionis linea centum viginti exapedas superet.

Addo insuper, quod etiamsi defensio munitionum exigatur ad sclopum, optimum fore ut tormenta bellica maximè vicina sint, ei parti cui opitulantur, sic enim possunt minoribus glandibus instrui, quas in hostem vicinum ejaculentur, dum scilicet impressionem facit, deinde cum tormentum bellicum vineam, cæteraque opera quibus fossa transmittitur disjicere debeat, non debet multùm removeri, quamvis enim eius jactus horizontalis ducentas quinquaginta exapedas adæquet, majori vi quarit dum vicinius est, ex quo fit ut in ipsa ferè fossæ crepidine statuatur, dum labes vallo infligenda est.

PROPOSITIO IX.

Arx tota æqualiter quantum fieri potest muniatur.

Ratio est quia si notabiliter una pars aliis fuerit infirmior, hæc hosti facilem præbebit aditum. Quare si accidat ut natura latus aliquod munierit vel præruptis cautibus, vel fluvio aut paludibus, ars in muniendis reliquis partibus insudare debet. Hujus rei recens habemus exemplum in obsidione sancti Audomari; quia enim pars ea quæ paludibus satis tuta falsò æstimabatur defensione carebat, cum primum Galli superata palude, ad murum stationem habuerunt, etiam nulla labe inflicta, ad deditionem compulsi sunt cives.

PROPOSITIO X.

Regularis munitio irregulari præfertur.

Hæc propositio ex præcedenti deducitur, nam regularis uniformis est, & æqualiter ex omni parte munita; ita ut nulla pars debilior evadat; ergo melius resistere poterit hostibus. Secundò sub eodem ambitu, æqualibusque munimentis, & expensis aream majorem sortitur pluriumque civium, & militum capacem; ergo irregulari præferenda est, nisi forte ipsa irregularitas aliquid roboris in ipsis situs circumstantiis offerret.

PROPOSITIO XI.

Polygona plurium laterum melius muniuntur.

Demonſtr. Polygona plurium laterum, angulos circumferentiæ majores habent, ergo majoribus propugnaculis inſtrui poſſunt, aut plus defenſionis à cortina mutuari.

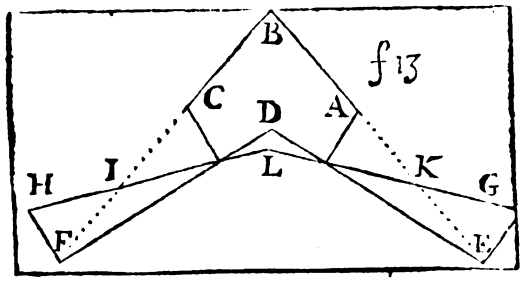


fig 13

Proponatur enim exempli gratia propugnaculum ABC, angulo polygoni EDC impoſitũ, quod conſequenter defendetur ex punctis E & F, cortinarum DE, DF. Si verò angulus polygoni major evaderet, ut GLI, idem propugnaculum defenderetur ex punctis vicinioribus K, & I.

PROPOSITIO XII.

Arx tota agro ſuburbano, lociſque omnibus vicinis ſuperior & altior ſit.

Demonſtratio. Si munitio circumpoſitis locis fuerit altior, nulli hoſtiles conatus, & motus, obſeſſos latebunt, neque tormentorum bellicorum globi muros ex ſuperiori loco quatient; quare, disjiciendi ſunt omnes tumuli, æquandæ voragines, in quibus deliteſcere poſſet hoſtis, & clanculum ad nos accedere.

PROPOSITIO XIII.

Menſura linearum ſemicolli.

Quamvis in genere dici poſſit, à lineis ſemicolli majoribus, majorem defenſionem exhiberi, eò quòd majora reddant propugnacula, & reſciſſionis capacia, ſi forte accidat, ut eorum vallo labes infligatur; ut tamen aliquid certi in hac materia conſtituatur; dico lineam ſemicolli octodecim ſaltem exapedas ſeu 108 pedes ſibi vendicare, multóque plures illi poſſe concedi, dummodo ala brevior non ſit, aut angulus propugnaculi obtuſior non evadat.

Demonſtratio. In ala præcipua faciei oppoſitæ, & Cortinæ, defenſio ſtatuitur, ea præcipuè quæ tormentis bellicis peragitur, & quâ hoſtilem vineam disjicimus; hujus autem alæ profunditatem, linea ſemicolli determinat, quam volumus duorum ſuggeſtorum capacem eſſe; quodlibet autem ſuggeſtum craſſitiem duarum aut trium exapedarum ſibi vendicat, ſtatio machinalis quatuor; debet item reſtare in medio colli ingreſſus liber. Adde quod, lorica inferioris ſuggeſti ad lineam humeri, aut auriculæ non pervenit, ſed una aut altera exapeda, ad interiora retrahitur, ut minus hoſtilibus machinis exponatur; quare omnibus computatis octodecim exapedas reperimus. Si verò duo ſuggeſta fieri non poſſint, ut video plerumque unicum tantum ab Hollandis conſtitui, forſitan eò quòd eorum munitiones ſola humo aggeſta conſtantes, duplicis ſuggeſti ſint incapaces; in tali caſu ala major fiat, ut plura in unico ſuggeſto tormenta collocentur, locuſque ſclopetariis relinquatur.

Comes De Pagan qui tria in qualibet ala ſuggeſta ſtatuit, infimum medium, & altum; longiorem lineam ſemicolli efficit, non minorem viginti exapedis, eamque ad triginta nonnunquam provehit, ſine ullo aditu in medio ſemicolli, quem in ſuggeſto medio invenit.

Nonnulli recentiores omnia tormenta bellica in altiori ſtatione collocant, duaſque ſclopetariorum ſtationes addunt, quæ cum tantam craſſitiem non requirant, facilè in octodecim exapedis ſtatuuntur.

PROPOSITIO XIV.

Alarum menſura.

In majoribus, & minoribus munitionibus, eadem partium proportio non obſervatur; ſed in omnibus obſervandum eſt, ut partes præcipuæ inter quas ala primum locum obtinet, ſuum robur, & longitudinem convenientem, ſortiantur, nulla reliquarum habita ratione; dico ergo longitudinem alæ eſſe octodecim exapedarum.

Demonſtratio. Cum ala ſit omnium partium maximè defenſiva minuſque hoſtibus pateat, in ea tormentorum ſuggeſta collocanda ſunt, duo ſaltem in qualibet ſtatione, quæ ſex exapedas in latum exigunt, ſeu tertiam partem octodecim exapedarum, reliquas duas tertias ſclopetariis concedimus; æquum enim eſt ut alam probè inſtruamus, ut pote in qua, tota ferè defenſio poſita ſit. Cortina enim faciem vix defendit, aut defenſionem tantum obliquam ei præbet; ala verò etiam à tergo hoſtem impetit. Adde quod qui in ala degunt, ab humero, aut auricula teguntur, termini igitur ſunto à 16 exapedis ad 24. Comes de Pagan paulò majorem alam efficit, mediamque eius partem tormentis bellicis reliquam ſclopetariis aſſignat, nempe ut quatuor in ſingulis inferioribus ſtationibus conſtituat, quinque in ſuperiori, atque ita alam tredecim tormentorum bellicorum capacem reddit, ejuſque rationes inferius examinabimus, hæ tamen menſuræ ita præciſæ non ſunt, ut eas prætergredi non liceat.

PROPOSITIO XV.

Ratio Cortinæ ad faciem, ſit ſeſquialtera.

Hæc ratio ſeſquialtera Cortinæ ad faciem, apud Hollandos locum axiomatis obtinet, poteſtque ita facilè demonſtrari.

Demonſtratio. Primò Cortina facie major ſit, quia pars illa quæ defenſiva eſt, hoſtibus minus eſt expoſita, quam quæ defenſiva non eſt, iiſque primùm obvia eſt; ſed Cortina defenſiva eſt, cum ſecundam alam habeat, dum conveniens illi longitudo conceditur, hoſtibus minimè eſt expoſita, utpote propugnaculis hinc inde vallata, & facies contrarias habet proprietates; ergo faciem cortina

Digitized by Google

tinà ſuperare debet. Prima propoſitio per ſe patet, hoſtibus enim quam pauciſſimas partes exponere debemus, & immò nullas ſi fieri poſſet. Aliunde tamen facies brevior propugnaculum nimis parvum, militaribuſque muniis inutile reddit; quare ſi ſemicollis, & alis bene conſtitutis facies brevior ſtatueretur, nimis ad hoſtes obverſa, eorum tormentis foret expoſita, angulus propugnaculi obtuſus evaderet, & ſecunda ala omnino adimeretur. Si verò longior fieret, angulus defenſus acutior redderetur, quare proportio ſeſquialtera commoda cenſetur. Golemanus cortinam duplam faciei conſtituit, ſed plerumque habet propugnacula, non ſatis robuſta. Comes de Pagan faciem Cortinæ æqualem ſtatuit, cum enim tres in qualibet ala tormentorum ſtationes extruat, tam ſemicolla, quam alas augere cogitur, & conſequenter facies. Cortina item brevior evadit, eò quòd ala, non ad Cortinam, ſed ad lineam defenſionis perpendiculariter incidat, ſed hæc methodus ſecundam alam nullam habet. Hollandi faciei 48 exapedas, Cortinæ 72 tribuunt.

PROPOSITIO XVI.

Menſura Cortinæ.

Ut aliquid certi conſtituatur, dico Cortinam, non ultra 85 exapedas extendendam.

Demonſtratio. Si Cortina 85 exapedas ſuperaret, cum facies ſecundùm proportionem ſupra aſſignatam, quinquaginta exapedas ſibi vendicet, linea defenſionis, eſſet 135 exapedarum, cum tamen intra limites 120 eam coarctaverimus.

Dico ſecundo Cortinam 40 aut 45 exapedis breviorem non eſſe; ſi enim brevior eſſet, non tantum ſecunda ala adimeretur, ſed propugnacula minora forent, aut alæ nimis parvæ, aut angulus propugnaculi acutior evaderet, aut non defenſus.

COROLLARIUM.

Ex his facilè laterís interni longitudinem conſtituemus, cum enim Cortina mediocris ſit 72 exapedarum, addendo hinc inde octodecim, pro ſemicollis habebimus 108 exapedas, poſſumuſque ad 120 eam extendere, pariter cum minima cortina ſit exapedarum 45, ſi duo ſemicolla addamus exurgent octoginta aut 75 exapedæ pro minimo latere.

PROPOSITIO XVII.

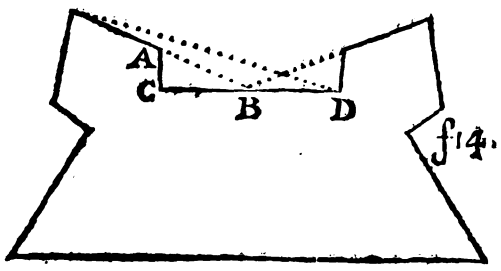
Secunda Ala quam maxima fiat.

Ala ſecunda, ſeu Cortinæ, maximi eſt momenti.

Demonſtratio. Utiliſſimum eſt ut facies quæ hoſtibus expoſita plerumque ſola impugnatur, multiplicem defenſionem habeat, & cortina quæ tutior eſt, etiam defenſiva reddatur. Secundò defenſio quam ſecunda ala præbet, brevior eſt quam quæ ab ala primaria deſumitur, quare non ita adhærendum eſt angulo propugnaculi recto, ut ſit nefas illum pluribus gradibus minuere, ad habendam ſecundam alam in qua nempe altior tormentorum ſtatio ad disjiciendam vineam defendendamque faciem poſſit collocari. Hanc ſecundam alam Hollandi numquam negligunt.

COROLLARIUM.

Ala propugnaculi ne ita magna fiat, ut adimatur tota ala Cortinæ, nam ſæpe una aut altera



f. 14.

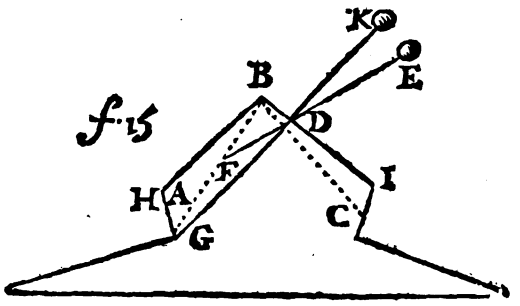
exapeda conceſſa alæ propugnaculi, alam Cortinæ omnino perimit, ut ſi ala A C eſſet tantiſper longior, nulla daretur ala Cortinæ in BD.

DE ANGVLIS.

PROPOSITIO XVIII.

Angulus propugnaculi, ſeu defenſus minor ne ſit ſexaginta gradibus.

Angulus propugnaculi minor ſexaginta gradibus, ineptus eſt.



f. 15

Demonſtratio. Angulus qui tormento bellico non reſiſtit, faciléque disjicitur ei munitionis parti accommodatus non eſt, quæ hoſtibus prima occurrit, ſed angulus ſexaginta graduum talis eſt: ergo rejiciendus eſt. Supponatur enim talis angulus ABC, facieſque AB impugnetur tormento bellico, ſecundùm lineam perpendicularem EF, eius reſiſtentia erit linea DF, quæ cum ſit breviſſima, totum triangulum DBF facilè disjicietur, atque ita locus in munitione non defenſus habebitur, in quo tutò foſſor deliteſcat, qui propugnaculo cuniculis majorem labem inferat.

Addi poſſet, propugnaculum ita coarctari, ut militaribus muniis ineptum reddatur, hæc tamen ratio non convincit, cum in eo acies non ſit inſtruenda.

Nonnulli aſſerunt propugnacula acutiora, reſciſſionum ſecundi Valli eſſe incapacia, id tamen non ſatis efficaciter demonſtrant, quare primæ demonſtrationi inſiſtendum eſt.

Objicies propugnaculorum acutorum facies, ita detorquentur, ut ſecundam alam in cortina maximam efficiant, atque adeò defenſionem vicinam nanciſcantur, ſecundò ut perpendiculariter impugnentur, tormenta hoſtilia propugnaculo oppoſito admovenda ſunt, ergo propugnacula acuta rejicienda non ſunt.

Reſpondeo his prærogativis infirmitatem, & eorum debilitatem non ſatis compenſare, quare concludendum eſt, omnem angulum ad hoſtes

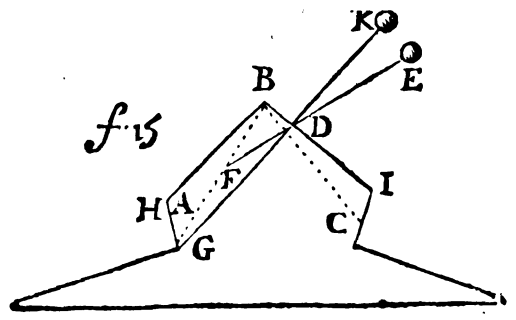
Digitized by Google

obverſum, & contra quem tormenta bellica adhibet, minorem 60 gradibus, ineptum munitioni principali,& regiæ ut vocant. Minora tamen munimenta quæ ad ſiſtendos primos hoſtium impetus excitantur, & quæ conſequenter non obſidentur,angulum defenſum 40 & 45 graduum habere poſſunt, ſicut & propugnacula ad mare, aut paludes obverſa, quæ tormentorum ſtationes non admittunt.

PROPOSITIO XIX.

Angulus defenſus Rectus, robuſtiſſimus licèt nonnihil acuto præferendus non eſt.

Proponatur angulus rectus H B I, hunc aſſero robuſtiſſimum eſſe, totoque ſe hoſtilibus machinis reſiſtere,



Demonſtr. Supponatur facies B I perpendiculariter impugnari ſecundùm lineam KD, reſiſtet totâ linea GD, quæ cum ſit faciei BH parallela, totam adæquat eius longitudinem, cum ergo I. reſiſtentiæ menſura, penes lineam reſiſtentem ſumenda ſit, angulus rectus totam eam firmitatem nanciſcetur quæ exigitur.

Dixi tamen non propterea angulum rectum, nonnihil acuto præferendum eſſe.

Demonſtratio ſecunda. Ala in cortina utilior eſt angulo recto, quare angulus 75 graduum videtur ſufficientis eſſe roboris, hoc præſertim tempore, quo non tam labes tormentis bellicis infligitur, quam cuniculis facies disjicitur.

PROPOSITIO XX.

Angulus defenſus obtuſus rejicitur,

Angulus propugnaculi obtuſus, quamvis ab Hiſpanis nonnunquam admiſſus, ut aſſerunt nonnulli, quatuor defectus habet, propter quos meritò rejicitur.

Primò,Angulus defenſus obtuſus, anguli recti robur non adæquat,cum linea, quâ reſiſtit brevior evadat, ſtatimque in tormentorum ſtationes incurrat.

Secundò, Propugnaculum obtuſum ſufficienti caret longitudine, ſitque propterea reſciſſionis, ſeu novi valli incapax, ſi forte accidat,ut eius partem hoſtis inſideat.

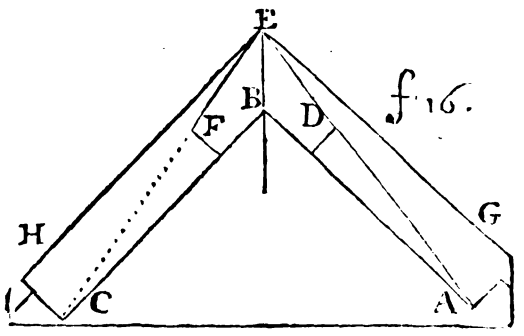
Tertiò, Angulus obtuſus ſecundam alam, ſeu cortinæ adimit, propugnaculum oppoſitum nimis removet.

Quartò,Facies nimiùm ad hoſtem obvertit,unde fit, ut facilè machinis quatiatur, perpendiculariter etiam ad oppoſitum propugnaculum non accedatur.

PROPOSITIO XXI.

Angulus Polygoni acutus munimenti eſt incapax.

Angulus ABC, polygoni ſeu circumferentiæ ſeu quem duæ eius cortinæ ſeu latera producta



comprehendunt, acutus ſupponatur; dico eum munimenti eſſe incapacem.

Demonſtratio. Angulus propugnaculi D E F, minor eſſe debet angulo polygoni ABC. Si enim illi eſſet æqualis, ut GEH, facies GE, EH parallelæ evaderent cortinis AB, C B, atque adeo defenſione carerent: debent igitur ad interiora detorqueri 15 circiter gradibus, nempe ut angulus defendens interior ECB,alternus angulo imminuto HEC 15 gradus habeat, ut dicemus infra propoſitionibus 22,& 25, ſed ſi angulo acuto adimas hinc inde 15 gradus, ſeu 30, angulus propugnaculi 60 gradibus minor erit,contra propoſitionem 18; ergo angulus polygoni minor recto, munimenti eſt incapax.

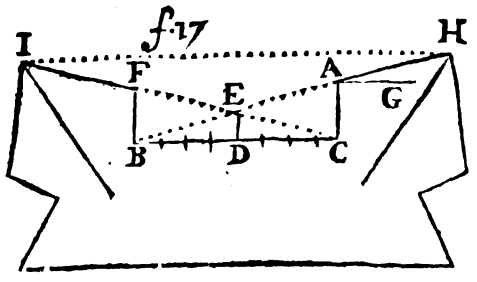
COROLLARIUM.

Nullum triangulum muniri poteſt.

Demonſtratio. Omne triangulum duos angulos acutos habet, ergo muniri non poteſt, haberet enim angulos defenſos nimis acutos, quare nulla arx regia triangularis eſt. Fortalitium tamen minoris momenti, ad ſiſtendo primos hoſtium impetus, triangularem figuram admittit. Quadrata figura prima eſt, quæ arcibus conſtruendis idonea,defenſionem tantum ſtringentem admittit, angulumque defenſum præcisè graduum 60 ſortitur.

PROPOSITIO XXII.

Angulus defendens interior gradus quindecim ſibi vindicat.



Angulum defendentem interiorem nominamus cum, quem linea defenſionis ſtringens, ſeu facies propugnaculi producta, cum cortina comprehendit, ut ABC cui gradus circiter quindecim aſſignamus.

Demonſtr.

Demonſtratio. Si angulus ABC eſſet acutior, vel propugnacula nimis removenda eſſent, vel obtuſa, vel nimis parva, Alæ item minuerentur, aut nimis ab invicem recederent, ita ut ſi earum diſtantiæ longitudo faciei addatur, linea defenſionis 120. exapedas excederet. In praxi autem ſi cortina BC in octo partes diviſa, perpendiculari DE, paulò plus quàm octava pars concedatur, angulus defendens interior ABC, & angulus imminutus IHB erunt quindecim graduum.

PROPOSITIO XXIII.

Angulus defendens exterior, ſeu angulus forcipula centum quinquaginta gradus non excedat.

Vide figuram præcedentem.

Angulus AEF, eſt angulus defendens exterior, ſeu angulus forcipulæ, cui plures quam centum quinquaginta gradus non concedo.

Demonſtratio. Angulus defendens interior ABC, eſt 15 graduum, quare in triangulo BED, angulus DEB, erit graduum 75, & totalis BEC ſicut & oppoſitus ad verticem AEF, graduum 150.

Ratio autem ulterior, cur angulum AEF, quem nominamus angulum forcipulæ nolimus majorem 150 gradibus in eo conſiſtit, quod Artificium munitionum poſitum ſit in eo, ut hoſtem quaſi ſtringamus, ſeu undique quantum fieri poteſt complectamur, hæc ſinuoſitas certos limites exigat, non ſatis autem à linea recta deflecteret, ſi angulum nimis obtuſum haberet.

PROPOSITIO XXIV.

Angulus humeri 105 gradus habeat.

Vide figuram præcedentem.

Facilè ex ſuperioribus angulum humeri conſtituemus, hoc eſt *in figura præcedenti* angulum HAC, quem ala & facies comprehendunt. Ducatur linea GA, parallela Cortinæ CD. Dico hunc angulum eſſe 105 graduum in ea diſpoſitione, quæ alam ad cortinam perpendiculariter ducit.

Demonſtratio. Angulus HAC continet angulum rectum GAC graduum 90, & inſuper angulum HAG, alterno ABC æquale, (*per* 27. 1. *Eucl.*) quem fecimus 15 graduum; ergo angulus HAC 105 graduum evadit.

PROPOSITIO XXV.

Angulus imminutus eſt 15 graduum.

Vide figuram præcedentem.

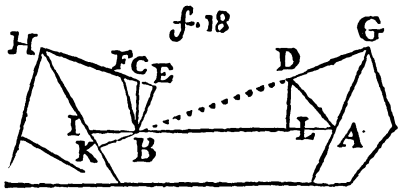
Angulum imminutum AHI facie HA, & latere exteriori HI comprehenſum, aſſero eſſe graduum 15.

Demonſtratio. Latus exterius H I Cortinæ BC parallelum eſt; ergo (*per* 27. 1. *Eucl.*) anguli alterni IHB, HBC ſunt æquales; ſed (*per* 22. *huius*) angulus defendens interior ABC eſt graduum 15 circiter, ergo angulus imminutus IHB æqualem habet graduum numerum.

PROPOSITIO XXVI.

Ala ad cortinam, aut ad lineam defenſionis perpendicularis eſto.

Hæc propoſitio, maxima utrinque contentione agitatur. Proponitur facies propugnaculi H C,



cortina AB, ſemicollum BI. Quæritur an ala perpendicularis ad faciem eſſe debeat ut ante centum annos ducebatur, qualis eſt BE, an vero ad cortinam ad angulos rectos incidere, ut hactenus præſtitum eſt, an denique in lineam defenſionis, ſecundum mentem Comitis De Pagan, multorumque Recentiorum præcipuè Gallorum. Plerique authores qui de hac materia ſcripſere alam ducunt perpendicularem ad cortinam.

Demonſtratio. Prima ratio à Dogen allata hæc eſt, ſi angulus Alæ cum cortina rectus fuerit, melius etiam de nocte defendetur Cortina, pontes, portæ, quæ communiter in Cortina ſtatuuntur, quam ſi angulus acutus eſſet ut EBA, aut obtuſus ut FBA; nam ſi ſclopetarius, ſclopetum perpendiculariter ad loricam alæ teneat, non aberrabit, ſed totam ſtringet cortinam.

Hæc ratio non convincit, cum enim communiter non cortina, ſed facies impugnetur, ſecundùm hoc principium, ala potius ad lineam defenſionis, quam ad cortinam deberet incidere.

Secundò angulus acutus EDE, ſemicollum BI imminuit, & alam BE imminuit, angulus obtuſus FBA alam quidem majorem efficit, ſed cortinæ alam ſecundam omnino detrahit. Quare Comes De Pagan, qui primus hanc diſpoſitionem invexit, ſecundam alam nullam admittit, quam tamen maximi faciunt plerique authores.

Tertia & præcipua ratio petitur ex eo quod angulus acutus EBA, ita alam EB obliquet, ut difficillimum ſit in ea tormentorum feneſtellas, ad faciem oppoſitam dirigere. Hanc ita detortam voluerunt antiqui, ſolius cortinæ ratione habita, cujus defenſioni maximè cavebant. Ex quo autem tormentorum vis ad faciem impugnandam, deſerta cortina converſa eſt, ala ita detorta reddita eſt inutilis.

Aliunde angulus obtuſus FBA, alam ita hoſtibus exponit, ut facilè diſjiciatur, ex quibus concludere poſſumus alam B E nimis occultam eſſe, ita ut hoſtem non videat, alam BF, nimis exponi hoſtium tormentis, alam denique CB mediocritatem conſequi.

Objicies. Ea diſpoſitio quæ majorem præbet defenſionem, alteri cuilibet præferri debet; ſed ala ad lineam defenſionis perpendicularis, majorem, & breviorem & faciliorem defenſionem tribuit, ergo uſurpanda potius eſt. Probatur minor. Ala longior, & quæ longiora reddit ſemicolla, majorem defenſionem præbet, breviorem inſuper, eò quòd promoveatur versùs oppoſitum propugnaculum, denique facillimam quia obvertitur ad faciem defendendam.

Digitized by Google

Reſpondeo concedendo alam fieri longiorem, ſicut & ſemicollum, ſed alam ſecundam tantumdem decurtari, & ut plurimum totam adimi. Ad id verò quòd dicitur defenſionem fieri breviorem, id quidem concedo, ſi determinata facie, ducatur ala perpendicularis ad lineam defenſionis. Nego autem ſi determinato ſemicollo ei ala addatur, nam in figura ala BF, magis retrocedit quam ala CB.

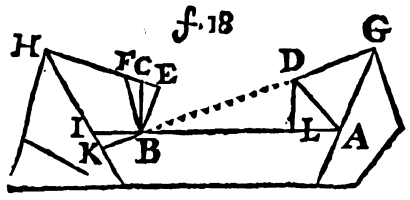
Denique quod defenſio evadat facilior utpote perpendicularis ad loricam alæ id etiam concedo, ſed aſſero hunc defectum, quod nimis ſit expoſita & perpendiculariter tormentis bellicis quatiatur, potiorem eſſe omni prærogativa.

Quamvis præſtantiſſimi Architecti Galli contrariam opinionem tueantur, quia tamen reliqui omnes, & experientia ipſa alam ad cortinam perpendicularem approbant, illi inſiſtendum exiſtimo, donec aliqua munitio ad recentiorum leges exacta, diuturna reſiſtentia oſtenderit quid à tali diſpoſitione ſperandum ſit, nulla enim arx iſtius modi obſidionem hactenus tulit.

PROPOSITIO XXVII.

Angulus alam determinans ſit 45 graduum.

Angulus alam determinans ab Hollandis præcipuè adhibetur, eſtque angulus in figura 18 quem dico eſſe 40, aut etiam 45 graduum.



Demonſtratio. Quandoquidem tam alæ DA, quam ſemicollo AL octodecim exapedas tribuimus, lineas AL, DA æquales fecimus, ergo anguli LDA, LAD æquales ſunt (*per 5. 1. Eucl.*) & cum angulus L rectus ſit (*per præcedentem*) anguli LAD, LDA ſinguli ſemirecti erunt, ſeu 45 graduum.

Quia tamen Hollandi volunt alam LD, paulò minorem ſemicollo LA; angulo DAL alam determinanti 40 tantum gradus aſſignant.

Figura, & diſpoſitio partium.

PROPOSITIO XXVIII.

Propugnacula ſeparata rejiciuntur.

Fuit aliquorum opinio, vallo continuo, & non interrupto cingendam eſſe munitionem, tum addenda eſſe propugnacula, ſeparata, & foſſa à principali vallo, disjuncta ut occupato propugnaculo reſtaret adhuc foſſa ſuperanda, & vallum integrum oppugnandum, hanc tamen diſpoſitionem rejicio.

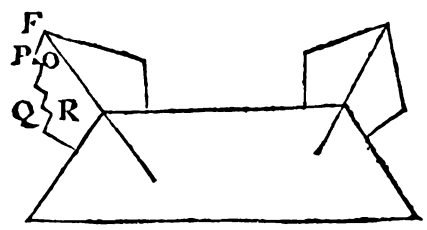
Demonſtratio. Si propugnacula principali vallo disjungerentur, aut nullam defenſionem à cortina haurirent, aut angulum defenſum acutiorem ſortirentur. Si enim dum alam longiorem ſtatuimus, aut ſecundam alam cortinæ adimimus, aut etiam ab ala oppoſita facies non defenditur, quid fiet ſi ipſi alæ addimus diſtantiam, quæ eadem incommoda invehit.

Secunda ratio petitur à difficultate defenſionis, tranſmittendique commeatus, militis, & tormentorum bellicorum in propugnaculum disjunctum, præcipuè dum foſſa plena eſt aquâ, in tali enim caſu pontibus opus eſt, quibus disjectis difficillima redditur tranſvectio. Multa à nonnullis plurima exempla quibus evincitur propugnacula ſeparata difficillimè defendi, nec majus in iis robur conſtitui poſſe quam in parmulis, aut lunulis.

Tertiò hæc propugnacula qua parte arcem ſpectant, aperta eſſe oporteret, ne occupata noceant, ergo tam facilè repentino impetu occupari poſſunt, quam parmulæ, aut caſſides.

PROPOSITIO XIX.

Propugnaculorum facies rectæ ſint.



Nonnulli falsò opinati ſunt, poſſe facies defenſivas evadere, ſi in anfractus, aut humeros ſinuarentur quales figura FPOQR exprimit, dico tamen facies nec in orbem flectendas, nec in angulos frangendas, ſed in lineam rectam extendendas.

Demonſtratio. Hujuſmodi anfractus, faciem infirmant, propugnaculum inutiliter coarctant, ergo non ſunt admittendi. Altitudo enim valli impedit quominus ſinguli humeri defendant partes faciei quibus adhærét. Cortina autem duplici propugnaculo munita, his defenſionibus non indiget, multò minus hæ quaſi partiales alæ oppoſitæ faciei opitulantur, ſatius enim fuiſſet principalem alam producere, quam partiales alas ſtatuere, quæ faciem partiantur, angulumque propugnaculi ita acutum reddant, ut nullo negotio disjici poſſit.

PROPOSITIO XXX.

Propugnacula plena vacuis præferuntur, novo vallo reſciſſa omnium optima ſunt.

Inſtituitur hæc quæſtio an propugnacula aggeſta humo plena eſſe debeant, an verò ſufficiens habeant robur, ſi vallo ſimplici, æquali vallo cortinæ, & lorica inſtruantur. Dico plena vacuis præſtare.

Demonſtratio. Primò commoda ſunt, cum enim aſcenſum non habeant ſtationes ſuas facilè adeunt ſclopetarii, cæteraque militaria munia exercent.

Secundò cum altiora tormentorum ſuggeſta, in ipſo additu propugnaculi poſita æqualis ſint cum vallo altitudinis, difficillimum foret viam ad vallum invenire, ſi vacuum foret.

Tertiò dum inflicta eſt labes faciei, vallumque ejus inſedit hoſtis, adhuc reſciſſionibus novoque munimento eſt locus, ſi propugnaculum plenum ſit, ſi verò fuerit vacuum, pugnat è ſuperiori

Digitized by Google

riori loco aggreſſor, ſitque potior ejus conditio. Addo inſuper propugnaculum, jam ab initio, ſecundo vallo, & foſſa, reſciſſum, tam pleno, quam vacuo præſtare, valla enim quæ tempore pacis, & non feſtinanter perficiuntur, perfectiora ſunt, & magis reſiſtiva, quàm extemporanea. Foſſa item profundior, cuniculis perficiendis eſt accommodatiſſima, quibus nempe primum vallum ab agreſſore occupatum disjiciatur. Id tamen incommodi patitur hæc novi valli diſpoſitio, quod aditus non ſit uſque adeo facilis; ſed hæ difficultates facilè ſuperantur.

PROPOSITIO XXXI.

Auricula ſimplici humero præſtat.

Ea pars alæ quæ tormentorum ſtationes tegit, ſi in orbem flectatur dicitur auricula, ſi polygonum referat humerus vocatur: Dico ergo circularem polygonæ præſtare.

Demonſtratio. Ut in orbem flectatur, nonnihil in anteriora producitur, atque adeo tormentorum ſtationes melius tegit.

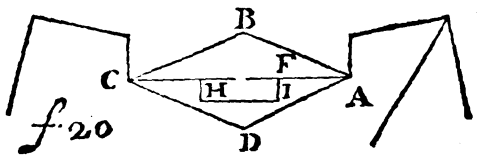
Secundò cum rotunditas auriculæ modica ſit, ſeu minoris cylindri portio, non ſine difficultate perpendiculariter bombardarum globis quatitur, atque adeo melius reſiſtit, ſi nempe quadrario lapide conſtet.

Tertiò in circulari figura plures collocantur ſclopetari, quàm in linea recta, denique præſtantiſſimi architecti, immò & duces auriculam humero præferunt.

PROPOSITIO XXXII.

Angulus cortinarum rejicitur.

Primò cortina angulum externum ut ABC non comprehendat.



Demonſtratio. Si cortina in angulum externum ABC produceretur, minus defenderetur quam ſi recta eſſet. Linea enim AB, à ſolo propugnaculo A defenſionem habet, nullam à propugnaculo C.

Secundò hæc diſpoſitio peccaret contra primum munitionum principium, nam puncta A, & C defenſione carent, & ad ea impunè poſſet aggreſſor accedere.

Non admittitur item angulus internus ADC. Quia multùm de munitionis area inutiliter detrahit, ſecundò alam ſecundariam, ſeu cortinæ multùm imminuit, & removet. Præcipua tamen ratio eſt inutilitas. Si tamen in munitione irregulari, talis angulus externus occurreret, disjiciendus non eſſet.

Dico tertiò, in cortinæ medio formandas non eſſe alas, quales Amſterodami eſſe dicuntur, ut vides in figura CHIF.

Primò ut habeatur ala FI, ala ſecundaria cortinæ multò major & vicinior eliditur. Secundò expenſæ majores inutiliter fiunt. Tertiò munitionis area minuitur.

PROPOSITIO XXXIII.

Immodica valli altitudo nociva eſt.

Aliquorum errorem in hac propoſitione detego exiſtimantium valla altiora perfectiora eſſe; Aſſero igitur peccari poſſe in eorum altidudine.

Demonſtratio. Valla quæ nec foſſam, nec viam tectam, nec acclivitatem loricæ ejus, maximam partem defenſionis directæ amittunt, hoſtemque vicinum tegunt. Exemplum luculentum refert Dogen, nempe altitudinem vallorum Bredanorum nocivam fuiſſe; ita ut primo ſolis lapidibus pugnaverint obſeſſi; deinde pluribus locis disjecerint, & aperuerint vallum, ut hoſtem arcerent.

Objicies Cum vallum, hoſtibus aditum & ingreſſum deneget, quò illud impedimentum majus erit, eò melius ſuo fungetur officio, eo modo quo mons altior, difficiliùs tranſcenditur.

Reſpondeo vallum aditum hoſtibus præcludere, ſed ſuffoſſione, & cuniculis disjici poſſe. Quò autem altius fuerit, eò minus hoſtes arcere, quare multum eſt diſcriminis inter montem, & vallum, quod mons ſolo æquari non poſſit, vallum autem facilè disjiciatur.

Ut autem aliquid certi conſtituatur in hac materia, vallum non computata foſſæ profunditate, & loricæ altitudine, altius erit agro ſuburbano pedes ſaltem 12 aut 14. Ad 18 ab Hollandis evehitur, non ultra, forſitan quia eorum munitiones muro careant, aggeſta humus ultra hanc altitudinem non ſatis ſuſtentatur. Poſſumus tamen 25 pedes vallo tribuere. Loricæ altitudo interior ſit quinque aut 6 pedum. Si arci immineant colles, excitantur aggeres, ut hoſtes obliquè, aut à tergo munitiones videant.

PROPOSITIO XXXIV.

Vallum promurale planitiem agri ſuburbani non multum ſuperet.

Statio promuralis ad tuendam foſſam præcipuè aqua plenam tantummodo adhibetur, id autem melius præſtat dum humilior eſt, ſufficit ergo ut paulò altior ſit via tecta, ejuſque lorica, quare altitudo ejus 4 tantum pedibus planitiem circumpoſitam ſuperabit, & cum ejus lorica 5. pedibus ſit alta, totam viam tectam deteget immò & aclivitatem, quod quidem abſolutè neceſſarium non eſt; cum hæ partes à vallo principali defendantur. Promurale valli principalis ſupplet vices, quod cum ſit altius, foſſam non ſatis tuetur.

Quæri poteſt an promurale debeat totam munitionem ambire, an vero extendi tantum ſecundùm cortinas. Ratio difficultatis ex eò quòd ſi promurale producatur ſecundùm facies propugnaculorum, interius ita patebit hoſtibus, ut in eo ſubſiſtere ſit perquam difficile, quamvis ejus lorica ad apicem propugnaculi altius evehatur. Propter hoc periculum, nonnulli promurale ab uno humero, ad alium producunt, ita ut totam alam ejus latitudo obtineat. Videtur tamen latitudo

Digitized by Google

tudo 4 aut quinque exapedarum ſtationi promurali ſufficere totidemque ejus loricæ.

Poſſumus igitur non ultra alam producere, ſic enim hoſtibus *non* patebit, ſufficientemque faciebus defenſionem præbebit, licet eas non circumdet, præcipuè ſi tormentis bellicis inſtruatur, quæ ſi minoribus glandibus onerentur magnam hoſtium ſtragem edent, dum foſſam tranſmittere tentabunt.

PROPOSITIO XXXV.

Latitudo foſſæ maximarum arborum longitudinem excedat.

Ratio eſt quia alioquin pontibus facilè tranſmittetur, etiamſi aquis plena ſit. Quare mediocris ejus latitudo ſit 16 exapedarum ſeu 100 pedum, maxima 140, minima 70.

Profunditas foſſæ aqua plenæ ſit 10 aut 12 pedum, ſiccæ verò 20 aut 25. ſi tantam latitudinem non patitur, ut dum in rupe excinditur profundior fiat.

Foſſa ſicca ſuas habet acclivitates magis inclinatas, foſſa aquis plena acclivitatem æqualem habet profunditati, ne humus diffluat.

Nonnulli in medio foſſæ majoris, aliam foſſulam duas, aut tres exapedas latam effodiunt, præcipuè verò ſi fuerit ſicca, tam ut illuc omnes aquæ confluant, quam ut hoſti novum opponant impedimentum.

Dum in ala tria ſtatuuntur tormentorum ſuggeſta, quia inferius, non multum attollitur, foſſa eo in loco fit profundior.

Foſſa aquis plena vacerris ſuffixiſque palis implicatur, ut omnem navicularum tranſitum impediant alii pulvinum, & molem arenariam circumducunt, ut lembi pariter hæreant.

PROPOSITIO XXXVI.

Foſſa ſicca, aquis plena præſtat.

Hæc quæſtio agitatur in utramque partem, modò tamen plerique authores foſſam ſiccam, aquis plenæ præferunt.

Primò quia milites in foſſa ſicca tutò degere poſſunt, ita ut via tecta opus non ſit, additis tamen nonnullis gradibus pro ſuppedaneo, ad elevandum militem ſupra crepidinem foſſæ.

2 Foſſa ſicca eruptionibus aptiſſima eſt, cum in ea etiam equites adunari poſſint, modo molles aſcenſus variis locis parentur; quod magni faciendum eſt, cum periculoſum ſit pontibus foſſam tranſmittere.

3 Si accidat ut in eruptionibus repellantur præſidiarii, certum in foſſa ſicca azylum nanciſcuntur, at vero dum foſſa plena eſt, occupato ab hoſtibus pontium aditu, nullus datur regreſſus, vel in propria foſſa pereundum eſt.

4 Facilius vineæ deturbantur, cuniculi impediuntur, & conſerta manu in ſingulos paſſus hoſti moras injicimus.

5 Facilius omnibus externis munitionibus opem ferimus, & dum expugnantur, datur perfugii locus, qui per pontes, aut naviculis periculoſiſſimus, ita ſæpè opera externa expugnata ſunt, quibus facilè ſuppetiæ latæ fuiſſent, ſi foſſa ſicca extitiſſet.

6 In partibus ſeptentrionalibus dum aqua gelu cõcreſcit, periculum eſt ne ex improviſa urbs occupetur, ideoque coguntur præſidiarii ſingulis noctibus, ſecuribus glaciem perrumpere.

Hæ tamen rationes demonſtrationis vim non habet, nam in foſſa plena, via tecta, & opera externa, eruptionibus favent, certumque præbent regreſſum.

Objicies primo foſſa aquis plena melius impedit ne munitio ex improviſo occupetur.

Secundò cum foſſa debeat hoſti aditum præcludere, ea foſſa quæ melius id perficit, alteri præferenda eſt, quis autem non videt foſſam ſiccam facilius tranſmitti.

Tertiò foſſa plena opera externa ita munit, ut derepentè expugnari, aut à tergo invadi non poſſint.

Quartò foſſa plena melius vineam impedit, & ne foſſor cunicularius ad faciem propugnaculi adrepat.

Denique ſi foſſa ſicca, plenæ præſtaret, hoſtes aquam non exhaurirent, cum in obſeſſorum detrimenta, non in commoda ſemper intendant.

Ut his rationibus faciam ſatis, fateor foſſam plenam, ſubſidio eſſe contra ſubitas & clandeſtinas hoſtium irrupriones, ſed præſidiariorum vigilantia eas facilè præoccupat.

Addo inſuper foſſam ſiccam, in ſeipſa præcisè ſpectandam non eſſe, ſed ut defenſam. Aſſero autem difficilius tranſmitti foſſam ſiccam defenſam, quam foſſam plenam itidem defenſam, eò quòd in ſingulos primæ paſſus hoſtem remoramur, non autem in ſecunda. Ultrajectum à Principe Auriaco obſeſſum, proponitur ut luculentum hujus rei exemplum (cum enim foſſæ pars ſicca eſſet, alia vero plena) ſiccam invadendam tulit omnium opinio, tot autem difficultates occurrerunt, ut quinque hebdomadæ impenſæ ſint, in promovendis per decem, aut duodecim exapedas obſidionalibus lineis, eò quòd cuniculis à præſidiariis disjicerentur; quare mutato conſilio ad partem aqua plenam converſa eſt impugnatio, factoque cuniculo quadraginta pedes infra aquam, ad deditionem adacta eſt civitas.

Quod ad vineam attinet, ea etiam intra aquam facilè conſtruitur, nam faſcibus & humo impletur foſſa, factiſque hinc inde aggeribus, anthliis exhauritur aqua ipſa ut vallo vineam protegente. Falſum igitur eſt etiam ab hoſtibus foſſam exſiccari, & aquas averti. Quamvis autem in ipſo foſſæ tranſitu aliquid incommodi afferrent, toto tamen obſidionis tempore utiles hoſtibus fuerunt, dum præſidiariorum eruptiones cohibuerunt.

Foſſa fit ferè faciebus parallela, duabus externis marginibus ante medium Cortinæ concurrentibus. Dixi ferè parallelæ, nonnihil enim latior eſt propè alas, alioquin margo externa, à tota ala non defendetur. Opera externa ſuam habẽt foſſam, quæ mediam partem, aut etiam duos trientes foſſæ majoris, nempe octo, aut 10 exapedas obtinent.

Foſſæ crepido, ante apicem propugnaculi in orbem flectitur, præcipuè ſi muro veſtiatur, aut in caute excavetur, tunc enim ex adverſo propugnaculo per reflexionem disjici poterit vinea, qua tranſmittitur foſſa ad faciem non viſam. Si tamen angulus propugnaculi rectus, aut obtuſus fuerit.

Si periculum eſt ne crepido foſſæ aquis ſubacta diffluat muro erit veſtienda, in foſſa ſicca dum ceſſat

ceſſat tale periculum inutiles ſunt, & nocivæ hæ expenſæ eò quòd egeſta humo poſſit hoſtis uti hoc muro, quaſi vallo contra urbem.

PROPOSITIO XXXVII.

Via tecta, & eius lorica faciebus propugnaculorum, aut munitionum exterarum, parallela ſint.

Si via tecta, & eius lorica, non eſſent parallelæ faciebus, hoc eſt ex aliqua munitionis ſtatione directè non viderentur, ubi ad loricam viæ tectæ perveniſſet hoſtis, poſſet egeſta humo quæ acclivitatem efficit, uti hac lorica contra urbem, quod quantum fieri poteſt vitari debet.

Nonnulli loricam viæ tectæ anfractuoſam volunt, & in angulis internis prominentem angulum efformant, ex quo peti poſſit hoſtis, ab aliis tamen hoc opus inutile, & nocivum cenſetur, cum enim lorica viæ tectæ, tam intra, quam extra pateat, & ex vallo videatur, ita ut propter additam declivitatem nullibi hoſtis tutò conſiſtere poſſit, ſupervacaneum videtur omne tale opus, nocivum item judicatur, eò quòd tales anfractus locum habeant non defenſum, qui ab hoſtibus occupatus vallo principali nocet.

Cavendum eſt ne ulli ſint in agro ſuburbano colliculi, præcipuè verò ad angulos prominentes viæ tectæ, ne reddatur inutilis, milite in ea tutò non conſiſtente; quod ſi tales inveniantur qui ſolo æquari non poſſint anfractuoſa ſit lorica viæ tectæ.

Latitudo viæ tectæ eſt duarum ſaltem exapedarum, poteſt eſſe quatuor altitudo loricæ interior 5 au 6 pedum, ſuppedaneum non deſit, acclivitas exterior loricæ ita componatur, ut ex ſuperiori vallo ſtringatur.

Nonnulli poſt viam tectam, & eius aclivitatem, foſſam ducunt, quam alii damnant quia debet aliquis tandem eſſe finis munimentorum, ſi tamen addatur hæc foſſa, debet aliquos anfractus, & humeros habere lorica viæ tectæ, ut hanc ſecundam foſſam directè videat.

Vacerras item infixis, vel in acclivitate, vel in ipſa lorica palis aliqui addunt, quia autem hæ vacerræ impediunt ne ex ſtatione vallari hoſtis videatur, debet lorica viæ tectæ ita dirigi, ut humeros habeat, ex quibus reliquæ partes detegantur.

Plurimi exiſtimant viam tectam additam fuiſſe munitionibus, ut iretur obviam incommodis quæ ſequuntur ex foſſa plena, nempe ut in via tecta congregentur milites, dum erumpendum eſt in hoſtes, & in ea tutò ſe recipiant, additur tamen etiamſi foſſa ſicca ſit.

PROPOSITIO XXXVIII.

Altitudo loricarum ſit 6 pedum.

Loricæ tegunt militem rectum, neque enim inclinatus perpetuò eſſe debet, ergo earum altitudo ſit quinque aut 6 pedum. Ex quo ſequitur, cum tormenta bellica ſupra loricam explodi non poſſint, aperiendas eſſe feneſtellas, aut contignationibus machinas altius evehendas. In promurali, & in alarum ſtationibus inferioribus hæ feneſtellæ ſunt abſolutè neceſſariæ, in vallo præcipuo non item, eò quòd tormentum bellicum retrocedendo tegatur.

Altitudo loricæ exterior erit quatuor pedum, craſſities duarum, aut trium exapedarum, baſis valli craſſities erit 9 aut 10 exapedarum. Si enim craſſities loricæ ſit trium exapedarum, ſuppedaneum trium pedum, longitudo tormenti bellici 16 pedum, retroceſſio octo, aut 10, acclivitas interior valli æqualis eius altitudini, additis his omnibus menſuris, fient novem aut 10 exapedæ.

PROPOSITIO XXXIX.

Partes centro propiores, remotioribus ſint altiores.

Si enim remotiores à centro arcis altiores eſſent; viciniores evaderent inutiles; quare vallum præcipuum altius eſt operibus exteris. Si intra vallum excitentur tormentorum ſuggeſta, eo altiora fiant.

Ab hac regula excipitur promurale, cujus officium cum ad foſſam protegendam tantum extendatur, non multùm ſupra viam tectam eminet.

PROPOSITIO XL.

Antiqua methodus muniendi ſecundùm Gallos.

Quamvis omnes nationes Europeæ in eſſentia muniendi conveniant; pleræque tamen certas regulas obſervarunt, quas ſequentibus propoſitionibus explico ut de iis judicium feratur.

Arces omnes quæ à tempore Franciſci Primi, ad Ludovicum Decimum tertium in Gallia excitatæ ſunt, has conditiones habuerunt.

1 Linea defenſionis maxima fuit 120 exapedarum.

2 Defenſio fuit ſemper ſtringens, nulla admiſſa ſecunda ala.

3 Angulus defenſus ſeu propugnaculi, in exagono rectus fuit, in polygonis plurium laterum obtuſus.

4 Ala perpendicularis fuit ad faciem propugnaculi, & cum cortina angulum acutum comprehendebat, ita ut propugnaculum ſæpe quadratum exiſteret, & alæ ita tegerentur, ut tormenta bellica ferè inutilia redderentur. Experientia compertum eſt hanc methodum multis eſſe obnoxiam incommodis, & munitiones alio modo compoſitas diutius hoſtibus reſiſtere.

PROPOSITIO XLI.

Methodus communis Gallica.

Methodus communis Gallica angulum defenſum obtuſum omnino rejicit, quadrato & pentagono acutum, reliquis omnibus polygonis rectum concedit.

Ideoque in pluribus polygonis ſecundam alam admittit, & quam maximam poteſt.

2 Ala perpendicularis eſt ad cortinam, non ad faciem propugnaculi ut alias.

3 Alis & ſemicollis octodecim exapedas concedit.

4 Maximam defenſionis lineam paulò majorem 120 exapedis efficit, nempe 130.

Digitized by Google

Dixi, methodus communis, recentiores enim alam maximam volunt, eamque non ad cortinam, ſed ad lineam defenſionis maximam perpendiculariter ducunt, ſecundam alam negligunt, multaque alia immutant.

PROPOSITIO XLII.

Methodus Italica.

Methodus Italica, ſemicollo & alæ ſextam partem lateris interni concedit, ſeu quartam partem cortinæ.

2 Alam ducit perpendicularem ad cortinam.

3 In aliis polygonis, excepto quadrato ſecundam alam aſſumit, quæ tertiam partem cortinæ, & ſupra octogonum mediam partem cortinæ obtinet.

4 Angulum defenſum acutum, rectum, & obtuſum admittit.

Volunt nonnulli ſemicollum eſſe duplum alæ.

PROPOSITIO XLIII.

Methodus Hiſpanica.

Quamvis Hiſpani in pleriſque munitionibus quas in Italia obtinent, potius Italicam, quam aliam quamlibet methodum uſurpaſſe videantur; hæc tamen ipſis tribuitur.

1 Maxima defenſionis linea ſtringens eſt, nunquam figens.

2 Anguli propugnaculorum plerumque obtuſi ſunt.

3 Maxima defenſionis linea 140 exapedas excedit.

PROPOSITIO XLIV.

Methodus Hollandica.

Cum Hollandi coacti ſint potentiſſimo Principi reſiſtere, munitionibus ſuis militum numerum compenſare, hanc ſcientiam præ cæteris Europæ nationibus coluerunt. Multùm tamen de munitionum Hollandicarum nomine detraxit hoc ultimum bellum, in quo plures quam quadraginta intra ſex hebdomadas in Gallorum poteſtatem venerunt. Nonnullas & ipſi regulas obſervant.

1 Communis eſt ſcilicet ut maxima defenſionis linea 120 exapedas non excedat.

2. Eſt proportio cortinæ ad faciem propugnaculi, quam volunt eſſe ſeſquialteram, ut 3 ad 2; quare in magnis munitionibus faciei exapedas 48 tribuunt, cortinæ verò 72. & conſequenter latus exterius in quadrato erit 164. exapedarum, ita ut decreſcat in ſingula polygona una exapedâ, uſque ad dodecagonum quod latus habet 155 exapedarum. Capitalis quadrati eſt 40 exapedarum, creſcitque uſque ad dodecagonum, quod 49. ſibi vendicat. Poteſt item pro capitali ſumi quarta pars lateris externi.

3. Ala paulò minor eſt ſemicollo, utunturque angulo 40 graduum, qui alam determinet, ut dicemus in praxibus.

4. Angulus defenſus, ſeu propugnaculi, apud eos maximi mométi eſt, eumque triplici modo determinant, tres propterea methodos diſtinguentes.

Prima methodus angulo propugnaculi, medietatem anguli circumferentiæ tribuit, & inſuper quindecim gradus, ut in quadrato, cum angulus polygoni rectus ſit. Si ejus medietati graduum 45 addas 15 gradus; habebis angulum defenſum graduum 60; & angulus imminutus graduum 15. In Pentagono angulus polygoni eſt graduum 108, ſi ejus medietati 54 addas 15, habebis angulum defenſum 69, atque ita de reliquis.

Secunda methodus aſſumit duas tertias anguli polygoni, pro angulo propugnaculi.

Tertia medietati anguli polygoni, addit gradus 20, ut angulum propugnaculi determinet atque ita in quadrato 66, in pentagono 74.

Quarta ala perpendicularis eſt ad cortinam.

Ad has methodos referimus eam quam Goldmanus ſequitur, is enim cortinam duplam faciei efficit. In quadrato alæ tribuit quartam partem faciei, in pentagono tertiam, & in ſingulis polygonis decem pedes addit, uſque ad enneagonum.

Angulo propugnaculi concedit mediam partem anguli polygoni, & inſuper gradus 15.

PROPOSITIO XLV.

Methodus Comitis De Pagan.

Hanc methodum propono, ut à multis probatam. Quamvis autem regulas habeat optimis rationibus demonſtratas, negari tamen non poteſt, ejus praxes non uſque adeo exactas eſſe, neglectis ſcilicet pluribus circumſtantiis, quæ munitionem perfectiorem efficerent, partes enim in quibus præcipua vis eſt, curat integras habere, cæteras verò omninò negligit. Certum putat in vallis optimis, in foſſa, & in alis poſitam eſſe vim munitionis reſtitivam, quia valla vel disjicienda ſunt, vel occupanda, priuſquam arx in poteſtatem hoſtium veniat; tranſmittendæ ſunt foſſæ vineis; munus autem alarum eſt tormentis hujuſmodi tranſitum prohibere: quod ut præſtent efficaciter, ideoque alas maximas exigit, ſicut & ſemicolla, ut tria tormentorum bellicorum ſuggeſta erigat, & in ſingulis quatuor bombardas.

2. Alam ſecundam negligit, ut primariam majorem habeat, quod faciem auget, cortinam minuit, ita dum cortina ſeptuaginta exapedas habet, facies ſexaginta continebit in magnis munitionibus.

3. Angulum defenſum ſeu propugnaculi plerumque obtuſum efficit.

4. Propugnacula maxima conſtruit, quæ aliud minus propugnaculum contineant, ſeu ſecundi valli ſint capacia.

5. Alam ad lineam defenſionis perpendicularem efficit, ut ad faciem oppoſiti propugnaculi, quam defendit, obvertatur.

6. Opera nonnulla externa addit, præcipuè verò ultra foſſam, aliud vallum paulò humilius principali, ſua item foſſa inſtructum, tormentiſque bellicis benè munitum. Contendit autem arcem ita conſtructam, triplam reſiſtentiam habere illius quam communiter habeant arces, cum tres occurrant foſſæ tranſmittendæ ſimiliter bombardis defenſæ, tria valla occupanda, aut diſjicienda.

7. Lineam defenſionis ad 140 expedas provehit

Digitized by Google

vehit, denique pauciora, ſed majora propugnacula conſtruit.

Quamvis hanc methodum in eſſentialibus non reprehendam, non video rationem cur ita ſecundam alam negligit, quæ tamen breviorem defenſionem præbet, & in qua excitari poſſunt tormentorum ſuggeſta, quæ vineam disjiciant.

Ex quibus concludo aſſumendo quæ huic methodo ſunt eſſentialia, correctiſque nonnullis circumſtantiis, hoc eſt rejecto angulo defenſo obtuſo, additaque ſecunda ala, quando commodè haberi poteſt, hanc diſpoſitionem eſſe perfectiſſimam.

ARCHITECTURÆ MILITARIS

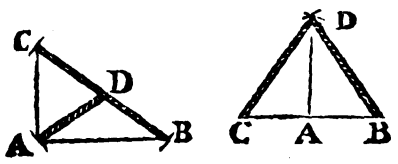
LIBER SECVNDVS.

De munitionibus regularibus.

HÆC ſecunda pars Architecturæ militaris, docet methodum muniendi cujuſcumque Polygoni regularis, excepto trigono, quod ita ineptum eſt ex natura ſua, ut nulla arte corrigi poſſit, munitiunculiſque tantùm exigui momenti propterea adhibetur. Polygonum autem regulare illud eſt cujus anguli, & latera æqualia ſunt. Cùm ergo nulla irregularitas affectanda ſit niſi loci circunſtantia eam exigat, omniaque munimenta ad regulares figuras revocanda ſint; hic ſecundus liber etiam irregularibus erit norma, cum irregularia regularibus dirigantur. Praxes communes præpono, cum experientia compererim nihil omnino negligendum, in hoc præcipuè tractatu, iis in primis accommodato, qui in armis tractandis, magis quam in ſcientiis verſantur. Nihil ergo ſupponam, nec ad illa ab aliis libris, & authoribus petenda principia lectorem remittam. Notandum autem quod quamvis improbem eorum conſilium, qui architecturam militarem difficilimis Trigonometriæ placitis implicant, quæ Tyronibus multum faceſſit negotii, quia tamen omnibus debitor ſum, indicabo problemata Trigonometrica quibus exacta linearum, & angulorum menſura habeatur: quamvis nemini author ſim, ut in iis immoretur, eoſve audiat qui diutius in hujuſmodi tricis diſcipulos ſuos detinent.

PROPOSITIO I.

Lineam perpendicularem ducere.



Ad lineam BC, per punctum A ducenda perpendicularis proponitur. Euclides propoſitione 11. libri primi, jubet hinc inde abſcindi lineas æquales AB, AC, apertoque circino ex punctis B & C ut centris duos arcus eadem apertura deſcribi, qui ſe in puncto D interſecent demonſtrat lineam DA perpendicularem eſſe ad AB.

Hæc praxis ſupra chartam bene ſuccedit, difficilius in ſolo perficitur, niſi ei aliquid addatur, quare abſciſſis hinc inde lineis æqualibus AB, AC cordam aliquam duplica notato puncto medio, duobuſque extremitatibus in punctis B & C firmatis, cordam æqualiter extende, punctum medium puncto D inſiſtet, eritque linea DA perpendicularis.

Secunda praxis D proponit extra lineam, ex quo ducenda eſt perpendicularis ad BC. Ex puncto D ut centro, deſcribatur circulus ſecans lineam BC in punctis B, & C, dividatur linea BC bifariam in A, linea D A perpendicularis erit. Hanc praxin ita in ſolo exequeris. Notam in medio cordæ duplicatæ inuſtam in puncto D collocabis, extenſiſque æqualiter cordæ partibus, donec extremitates lineæ BC inſiſtant, habebuntur puncta B, & C. Diviſaque linea BC bifariam in A, habebitur perpendicularis DA.

Tertiò ſi perpendicularis ducenda ſit per punctum A, in extremitate lineæ conſtitutum: Ex quolibet puncto D, intervallo DA deſcribatur circulus ſecans lineam AB in puncto B, ducatur recta BDC, ſecans circulum in puncto C, clarum eſt lineam CA perpendicularem eſſe ad AB.

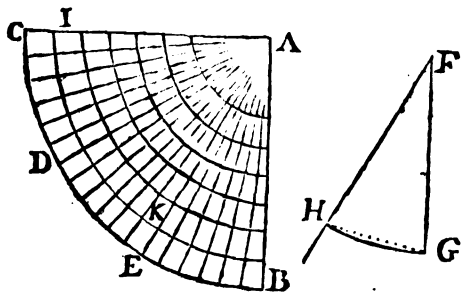
Ita in ſolo idem præſtabis, duplicata corda, notatoque puncto ejus medio, extrema ejus in punctis A & B utcumque collocabis, habebiſque punctum D, eandem cordam in lineam rectam BDC extende, per B & D tranſeuntem extende, habebiſque punctum C, & linea CA perpendicularis erit. ſeu angulus CAB in ſemicirculo rectus erit. Poſſumus item perpendicularem in ſolo ducere, ſemicirculo, ſquadra, circino proportionum, aliiſque inſtrumentis, ut docebimus.

Digitized by Google

PROPOSITIO II.

In puncto dato lineæ propositæ, angulum quemcumque constituere.

Ut ad praxin revocentur pleraque problemata inferius tradenda, necessarius est quadrans cir-



culi in ligno, ære, cupro, incisus, aut in crassiori charta descriptus, qui ut rite dividatur descripto ex puncto A quolibet intervallo arcu BC, eadem apertura circini abscindatur arcus BD, qui erit graduum 60. hic arcus bifariam dividatur in E, abscindaturque arcus DC, æqualis arcui BE, singuli arcus bifariam dividantur, tum singuli in tres, denique quilibet in quinque, eritque quadrans divisus in 90 gradus, juxta hunc versum.

In tres, in binas, in tres, in quinque secato.

Ad faciliorem usum ducantur ex centro A, lineæ rectæ ad singulos gradus, describanturque plures arcus concentrici.

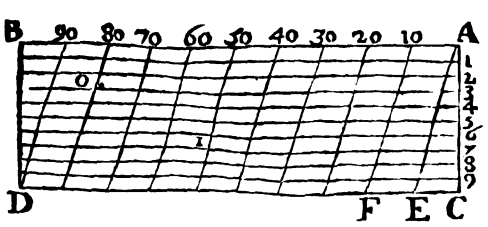
Proponatur ergo in lineæ FG puncto F, constituendus angulus quotcumque graduum verbi gratia 30. Ex puncto F ut centro describatur arcus GH, intervallo AI, circuli IK in quadrante notati, assumatur intra pedes circini, intervallum IK 30 graduum, transferendum in GH ducta linea FH, erit angulus GFH 30 graduum.

Demonstratio. Cum triangula IAK, GFH singula latera æqualia habeant, erunt anguli IAK, GFH æquales (*per* 8. 1. *Euclidis*) supponitur autem angulus IAK ex constructione instrumenti esse graduum 30; ergo & angulus GFH erit graduum 30.

PROPOSITIO III.

Scalam exapedarum, aut pedum construere.

Cum necessarium sit in plerisque praxibus, ut in ichnographiis nostris, in charta exaratis, cer-



tum numerum exapedarum assumamus, determinemusque singularum linearum longitudinem, ut in iis exactè procedamus scalam construere debemus.

Ducatur linea AB quæcumque in 100 exapedas dividenda, prout majores, & minores descriptiones proponuntur. Primò eam divido bifariam, nempe ita ut singulæ medietates quinquaginta exapedas repræsentent, subdivido singulas partes in quinque, eritque linea AB in decem partes divisa, quarum unaquæque decem exapedis æquivalebit. Quia autem operosum esset, singulas partes in decem subdividere. Ducantur duæ perpendiculares AC, BD, in quibus assumantur decem partes æquales, & per singula divisionum puncta parallelæ lineæ AB, denique ducantur lineæ obliquæ AE, 10 F cæteræque, perfectaque erit scala.

Usus facilis est nam in linea AB habentur omnes divisiones decadicæ 10, 20, 30.

In sequenti numeros unitatem adjunctam habentes 1, 11, 21, 31, &c. in secunda numeros 2, 12, 22, 32, 42, &c. in tertia eos omnes qui per 3 finiuntur.

Usus duas habet partes, prima est ut lineam quot voluerimus exapedarum virtualium assignemus, verbi gratia quæritur linea 82 exapedarum.

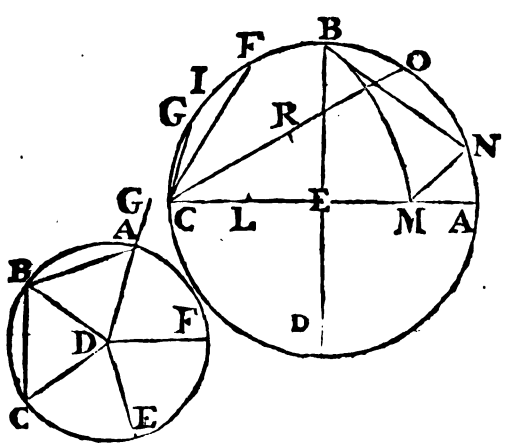
Cum ultimus character hujus numeri sit 2, utendum erit parallela 2 linea 2, o erit 82 exapedarum.

Secunda pars est ut determinemus quod exapedas virtuales continet linea in archetypo exarata, hanc assumo intra pedes circini, eamque transfero in scalam, ita ut pes unus sit supra lineam AC, alter verò attingat unam ex lineis obliquis, sistendo in eadem parallela. Verbi gratia si pes unus circini insistat puncto 6 alter vero attingat lineam obliquam 50, 1 in puncto I parallelæ 61, quæ est sexta infra A B linea proposita esset 56 exapedarum.

Quod si hæ lineæ parallelæ ita distarent ab invicem, ut spatium inter vicinas interjectum in sex partes subdivideretur, ductis aliis parallelis, quæ vel alio colore, vel punctim notaretur, non tantum exapedæ, sed singuli pedes distingui possent.

PROPOSITIO IV.

Polygonum regulare circulo inscribere.



Circulo ABCD proponitur inscribendum polygonum regulare in aream munitionis describendæ. Initium ducamus ab exagono, utpote facillimo, abscinde arcum CF, eadem circini qua circulum descripsisti apertura, hoc est fit linea CF æqualis semidiametro, clarum est (*per* 15. 4. *Eucl.*) CF esse latus exagoni, quod si aptetur sexies in circulo totum exhibebit exagonum.

2. Si

2 Si arcus CF dividatur bifariam in G, linea CG erit latus dodecagoni.

3 Si arcus FO æqualis fiat arcui CF, erit linea CO latus trianguli æquilateri.

4 Pro quadrato ducatur diameter AC, & perpendicularis BD, linea CB, quæ ducta non eſt, erit latus quadrati (*per 6.4.Eucl.*)

5 Quare diviſo arcu BC bifariam in I, erit linea CI latus octogoni.

6 Pro Pentagono ſemidiameter EC bifariam dividatur in L, tum ex L ut centro intervallo LB deſcribe arcum BM, linea BM eſt latus pentagoni, quare ſi BN æqualis ſit BM, habebis latus pentagoni applicatum circulo.

7 Diviſo arcu BN bifariam in O habebitur latus decagoni.

8 Pro Eptagono, CR ſemiſſis lineæ CO erit latus eptagoni.

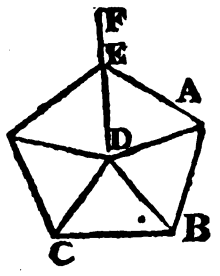
9 Enneagonum tertiam partem arcus CO aſſumit nempe CI.

Eadem latera polygonorum inveniuntur in ſemicirculo, ope ſequentis propoſitionis quæ docet, quot gradus à latere cujuſcumque polygoni ſubtendantur, tranſlatis enim iis gradibus in circulum cui inſcribendum eſt polygonum exhibetur eius latus.

Communiter inſcribuntur latera polygonorum in compaſſo proportionali, hæc tamen praxis pertinet ad eius uſus.

PROPOSITIO V.

Angulum centri in quolibet Polygono invenire.



Hæc propoſitio facillima eſt, & in multis utilis. Numerum 360 divide per numerum laterum polygoni propoſiti, quotiens erit numerus graduum quos continet angulus centri. Ut in trigono diviſo numero 360 (*per* 3.) habes 120, in quadrato diviſo eodem numero (*per* 4.) habes 90, & ita de reliquis.

Anguli centri.

III. IV. V. VI. VII. VIII. IX. X. XI. XII.
120. 90. 72. 60. $51\frac{1}{7}$. 45. 40. 36. $32\frac{8}{11}$. 30.

PROPOSITIO VI.

Angulum circumferentiæ in quolibet polygono reperire.

Vide figuram præcedentem.

Voco angulum circumferentiæ eum quem latera polygoni comprehendunt ut in hoc pentagono angulus ABC.

Subtrahe angulum centri prius cognitum ex 180, reliquus erit angulus ABC, ut in pentagono ſubtrahe 72 ex 180, habebis angulum ABC 108 graduum.

Demonſtratio. Eſt ſatis clara, nam in triangulo ADB omnes anguli ſimul ſumpti æquales ſunt duobus rectis (*per* 32. 1.*Eucl.*) Si ergo ſubtrahas ex duobus rectis ſeu ex 180 gradibus, angulũ centri ADB, reſtabunt anguli DAB, DBA, quibus ſimul ſumptis æqualis eſt angulus ABC.

COROLLARIUM I.

Habebitur item ſemiangulus circumferentiæ DAB, diviſo bifariam angulo circumferentiæ, ut in pentagono 54.

COROLLARIUM II.

Habebis item angulum quem linea ſemicolli cum capitali comprehendit, nempe angulum FEA, ſi ſemiangulum polygoni 54 ſubtrahas ex 180.

Anguli circumferentiæ.

III. IV. V. VI. VII. VIII. IX. X. XI. XII.
60. 90. 108. 120. $128\frac{4}{7}$. 135. 140. 144. $148\frac{1}{11}$. 150.

Semi-Anguli circumferentiæ.

30. 45. 54. 60. $64\frac{2}{7}$. $67\frac{1}{2}$. 70. 72. $74\frac{5}{22}$. 75.

Anguli ſemicolli cum capitali.

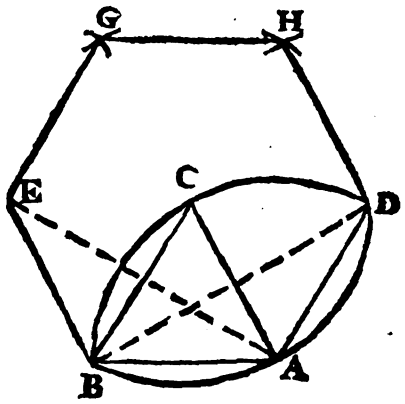
150. 135. 126. 120. $115\frac{5}{7}$. $112\frac{1}{2}$. 110. 108. $105\frac{19}{22}$. 105.

PROPOSITIO VII.

Supra lineam datam, Polygonum quodcumque regulare deſcribere.

Propoſitio quarta docet methodum deſcribendi in circulo polygoni regularis, ita ut ſupponatur data ſemidiameter circuli, quæ etiam eſt ſemidiameter polygoni. Hæc verò ſuppõnit dari latus polygoni, ſive interioris, ſive externi. Hæc praxis utilis eſt extruendis munitionibus, quærit ergo hæc propoſitio ex latere ſemidiametrum.

Proponitur linea A B, ſupra quam deſcribendum ſit quodcumque polygonum regulare verbi gratia exagonum, fiant anguli ABC, CAB, ſinguli æquales angulo ſemicircumferentiæ, eritque punctum C centrum circuli, in quo linea AB erit latus exagoni.



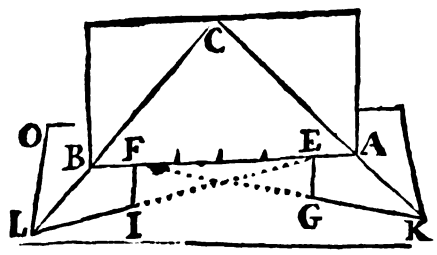
Demonſtratio. Cum anguli ABC, CAB ſunt ſinguli graduum 60, ſublatis 120 ex 180 reſtabit angulus ACB 60 graduum, quare facto ex C circulo, arcus AB erit 60 graduum, invenieturque ſexties in circumferentia circuli.

Digitized by Google

PROPOSITIO VIII.

Munire quadratum, & pentagonum methodo Gallica communi.

Has duas munitiones eadem propoſitione trado, eò quòd habeant angulum defenſum acutum, etiam ſecundum methodum Gallicam, quæ qua-



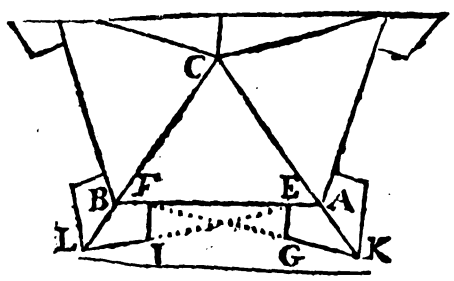
dratum, & pentagonum excipit à regula communi, circa angulum propugnaculi rectum.

Figura mediam tantum partem munitionis exhibet.

Proponatur verbi gratia linea AB pro latere quadrati muniendi, ſitque circiter 108 exapedarum factis angulis BAC, ABC ſemirectis habetur centrum C, dividatur latus AB in 6 partes æquales; quarum quælibet erit octodecim exapedarum, aſſume hinc inde lineas AE, BF pro ſemicollis, quamlibet æqualem ſextæ parti lineæ AF, excitentur in punctis E & F perpendiculares EG, FI, æquales ſemicollis, denique jungantur lineæ FGK, EIL, eritque perfecta munitio, ſi idem in ſingulis lateribus perficias.

Demonſtratio. Hæc methodus nihil habet contra regulas, nam primo linea defenſionis EIL non ſuperat 120 exapedas, ſemicollum, & ala octodecim exapedas habent, angulus defenſus eſt graduum 62; quod ita demonſtro.

In triangulo EFI cum FI ſit quarta pars lateris EF, ſi tabulas ſinuum conſulas fiatque ut E F ad F I, ita ſinus totus ad tangentem, invenies angulum FEI eſſe graduum 14, & min. 3. cui æqualis eſt angulus alternus ELK nempe angulus imminutus, ſi ergo ex angulo CLK graduum 45 ſubtrahas angulum ELK. gr. 14. & minut. 3. reſtabit angulus CLE 30, 57, qui duplicatus dat angulum defenſum OLI 61, 54, hoc eſt ferè graduum 62.

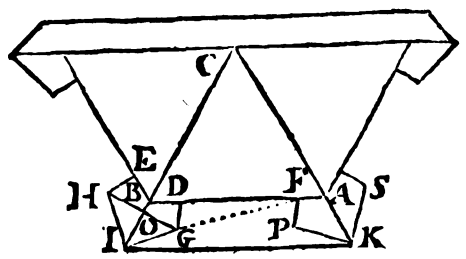


Poſſet nonnihil augeri ala utraque EG, FI, aut haberi nonnihil alæ ſecundæ, ut angulus defenſus præcisè evaderet graduum 60, cortina FE eſt 72 exapedarum, facies GK, 45, quæ eſt proportio conveniens; igitur hæc methodus in nullo peccat. Eadem praxis adhibetur pentagono, & ita demonſtratur.

Demonſtratio. Cum angulus FEI ſit graduum 14 & min. 3. angulus imminutus KLE, erit toridem, & cum ſemiangulus circumferentiæ CLK, ſit graduum 54, ſubtrahendo 14 & 3, reſtat angulus CLE 39, 57, & totus angulus defenſus graduum 79, 54, ſeu ferè 80 graduum, facies paulò major eſt quam media cortina, quod etiam vitio caret. Si quis pro angulo defenſo aſſumeret tantum 70, aut 75 gradus, ſecundam alam in cortina nanciſceretur.

PROPOSITIO IX.

Exagonum & reliqua omnia polygona munire methodo Gallica communi.



Proponitur exagonum ABC muniendum, divide ut priùs latus AB in 6 partes æquales, aſſume hinc inde unam pro ſemicollis, nempe AF, BD, quibus æquales ducantur alæ DG, FP; ducatur linea GH, quæ perpendiculariter ſecat capitalem CI in puncto O, ſintque OG, OI æquales, ducanturque facies IG, IH, idem perfice in reliquis lateribus perfectáque erit munitio, quam oſtendo probam eſſe.

Demonſtratio. Hæc munitio non peccat contra regulas, ergo proba eſt. Primò enim latus interius AB ſupponitur circiter 120 exapedarum, quare quodlibet ſemicollum, & quælibet ala erunt 20 exapedarum.

Secundò angulus defenſus HIG rectus eſt, cum enim angulus GOI rectus ſit, & lineæ OG, OI factæ ſint æquales, anguli OGI, OIH erunt æquales (*per 6. 1. Eucl.*) & ſemirecti, totaliſque angulus GIH rectus erit.

Tertiò oſtendo lineam I G productam cadere in punctum F, oſtendi enim jam ſupra angulum GFD eſſe graduum 14, angulus autem CID in exagono, eſt graduum 60, ex quibus ſi auferas angulum HIF graduum 14, reſtabit angulus FID graduum 46, totuſque angulus erit graduum 92, poſuimus autem tantum 90, habemus ergo nonnihil alæ ſecundæ. Quod ſi voluiſſemus ſecundam alam majorem, nempe quæ tertiam alam cortinæ obtineret, angulus defenſus in exagono evaderet 80 graduum, præferrem autem alam ſecundam angulo recto, ſed jam methodum Italicam ſequeremur.

Quartò facies paulò major eſt dimidiata Cortina.

Eodem modo muniri poſſunt reliqua polygona plurium laterum, quæ ſecundam alam habebunt. Sed in multis facies dimidiatam cortinam non adæquabit. Si tamen paulò majorem cupis, tam ſemicollis, quam alis concede quintam partem lateris interni, loco ſextæ, ut ſi latus internum obtineret 120 exapedas, ſemicollis concederes 24.

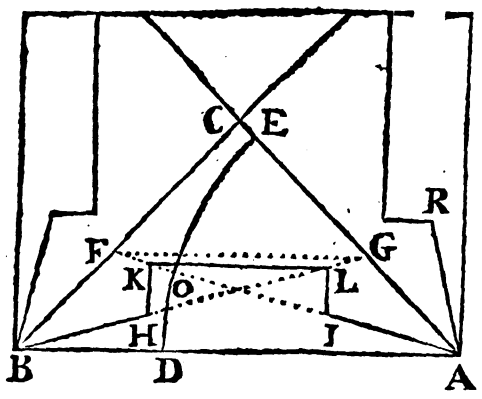
Videtur angulus defendens interior GFB, eſſe nimis parvus, cum habeat tantum 14 gradus, & 3 minuta. In ſuperiori autem libro aſſignaverimus gradus 15, ſed hæc differentia minutorum 57 non eſt magni momenti in hac materia.

PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO X.

Quadratum methodo Gallica communi interiùs munire.



Proponitur quadratum muniendum methodo Gallica communi, cujus datur latus exterius AB 160 exapedarum, constitutis angulis ABC, BAC invenitur centrum C, ex centro A describatur arcus DE, trifariam dividendus, & per primam divisionem O ducatur linea AOF, hoc est angulus OAD fiat graduum 15, linea AO diagonalem BC secabit in puncto F, transferatur BF in AG, ducaturque BG, lineæ AI, BH, æquales sint lineæ BF, ducanturque HK, IL perpendiculares ad FG donec occurrant stringentibus AF, BG in punctis K & L, denique jungatur cortina KL. Idem præsta in aliis lateribus, & probam delineaveris quadratam munitionem.

Demonstratio. Primò, cum angulus imminutus BAF sit graduum 15, angulus defendens interior AKL illi alternus erit totidem graduum.

Secundò, cum semiangulus circumferentiæ nempe CAB esset graduum 45, subtrahendo angulum imminutum BAK, restat semiangulus IAG graduum 30, & consequenter totus angulus defensus IAR graduum 60.

Tertiò, cum angulus LKI sit graduum 15, Ala LI, plusquam quartam partem cortinæ obtinebit.

Quartò, semicollum adæquat alam circiter, & facies duas tertias cortinæ obtinet quæ omnia secundum regulas procedunt.

PROPOSITIO XI.

Pentagonum methodo Gallica interius munire.

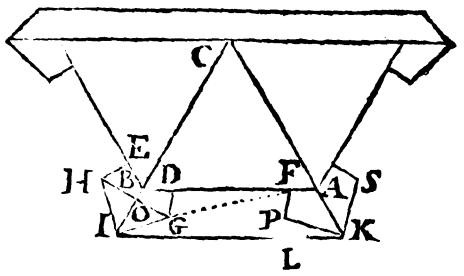
Superiorem praxin in pentagono usurpare possumus, constituto angulo imminuto 15 graduum, & assumere pro facie lineam .... cætera sunt omnino similia.

Demonstratio. Cum semiangulus circumferentiæ in pentagono sit graduum 54, si subtrahas gradus 15, restant gradus 39, eritque angulus defensus graduum 78. Facies major erit semicortina. Ala & semicolla circiter quartam cortinæ partem habent.

PROPOSITIO XII.

Exagonum methodo Gallica interius munire.

Facto supra latus KI triangulo æquilatero CIK, fiant semianguli defensi CKP, CIG graduum 45, producenda erit stringes IGFL, eritque facies KP

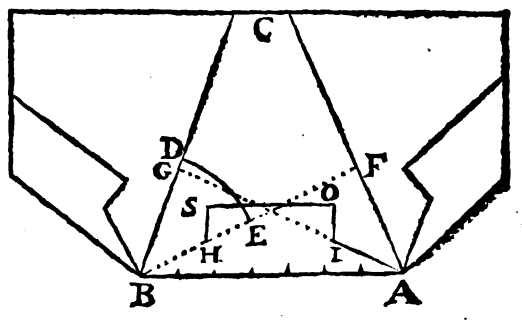


æqualis lineæ KL, alæ PF, GD perpendiculares erunt ad latus IK, producenturque donec occurrant stringentibus in punctis F & D, denique ducetur cortina FD.

Demonstratio. Angulus defensus rectus est, angulus imminutus KIF est 15 graduum & consequenter ala paulò major quarta parte cortinæ. Facies excedit semicortinam igitur nihil admissum est in hac descriptione, contra regulas.

PROPOSITIO XIII.

Quodlibet polygonum, methodo Gallica interius munire.



Proponatur quodlibet polygonum supra exagonum, verbi gratiâ octogonum, cujus latus exterius sit AB, fiant anguli ABC, BAC, quilibet grad. $67\frac{1}{2}$ habebiturque centrum C. Fiant semianguli defensi CAI, CBH semirecti, producanturque lineæ AI, BH in F, & G, atque ita angulus defensus erit graduum 90. Dividatur latus AB in 7 partes æquales, tribuanturque duæ faciebus AI, BH, ducantur alæ IO, HS, perpendiculares ad AB, & æquales uni septimæ parti lineæ AB, jungaturque cortina OS, idem fiat in singulis lateribus, & perfecta erit descriptio, quam ostendo probam esse.

Demonstratio. Angulus defensus rectus est, ala 23 exapedas obtinet, semicollum ferè æquale. Si verò in aliquibus polygonis esset minus quàm par sit, posset augeri imminuta ala; proportio cortinæ ad faciem est ferè ut 3 ad 2; ergo hæc descriptio secundùm regulas procedit.

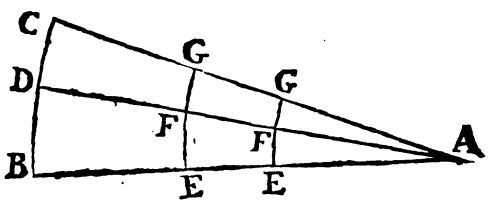
PROPOSITIO XIV.

Quadratum methodo Gallica munire, ope Anguli dirigentis.

Ut compendiosiores praxes evadant nonnulli angulum dirigentem adhibent, quem ita efformant

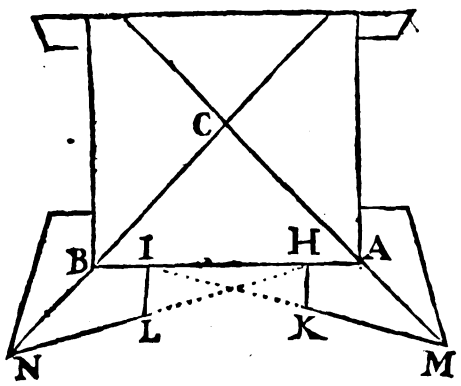
Digitized by Google

Ducatur utcumque linea AB, tum ex A ut centro deſcribatur arcus BC 20 graduum, abſcinda-



tur arcus BD graduum 11 $\frac{1}{2}$, junganturque lineæ AC, AD, & perfectum erit inſtrumentum. Certum eſt ſubtenſam BD eſſe circiter quintam partem lineæ AB, ſubtenſam DC eſſe ſextam partem, & BC paulò majorem tertia.

Poſſumus ergo in hoc inſtrumento cujuſcumque lineæ invenire ſextam, quintam, & tertiam partem. Quare cum alæ & ſemicolla lateris interni quintam partem ſibi vendicent, dum munitionibus noſtris defenſionem ſtringentem concedimus, & ſextam dum figentem, capitalis autem ſuperat tertiam partem. Facilè hæc omnia nobis in angulo dirigente exhibentur, in quo arcani quid ineſſe exiſtimant nonnulli quamvis nihil compendii habeat niſi quod ſextam, quintam & tertiam partem contineat, ideoque exactius deſcribi poterat, ita ut linea BD eſſet quinta pars, lineæ AB, & DC ſexta.



Proponatur linea AB tanquam latus quadrati muniendi, quæ in angulum dirigentem transferatur, nempe ex A in E. Deſcripto arcu EFG, EF erit longitudo ſemicolli, nempe quinta pars lineæ AE, & FG erit ala nempe ſexta pars.

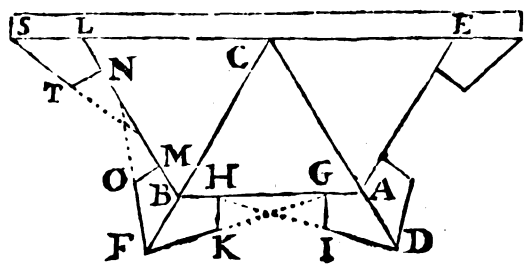
Demonſtratio. Ut oſtendam lineam EF eſſe quintam partem lineæ AE, fingantur ductæ lineæ EF, BD, quæ parallelæ erunt; nam triangula EAF, BAD, habent angulum A communem, alii duo æquales erunt; quare AEF, ABD æquabuntur, quare (*per* 4. 6.) ita erit AB ad BD; ut AE ad EF, & cum AB quinquies contineat lineam BD, AE quoque lineam EF quinquies continebit. Ita oſtendam FG eſſe ſextam partem ejuſdem AE ſeu AB propoſitæ tanquam latus quadrati.

Sint ergo ſemicolla AH, BI, æqualia lineæ EF, ductiſque perpendicularibus HK, IL æqualibus lineæ FG, ducantur ſtringentes IKM, HLN, eritque latus AB munitum, idem perficiatur in aliis lateribus, ut abſoluta habeatur munitio.

PROPOSITIO XV.

Munire quodcumque polygonum, eique defenſionem ſtringentem, aut figentem tribuere, angulo dirigente.

Proponatur quodcumque polygonum muniendum; pentagonum & quadratum ſolam defenſionem ſtringentem admittunt; cætera figentis capacia ſunt.



Si proponatur exagono tribuenda defenſio ſtringens, capitalis paulò major eſſet tertia parte lateris interni, quare tranſlato latere AB in AE anguli dirigentis, deſcriptoque arcu EG, linea EG erit menſura capitalium, quare transferetur in AD, BF, linea EF dabit ſemicolla AG, BH, ductiſque ſtringentibus DH, FG, alas GI, HK perpendiculariter excitabis.

Proponatur ſecundò latus BL, muniendum defenſione figente, eædem capitales, eademque ſemicolla adhibebuntur, nempe capitales BF, LS æquales erunt lineæ EG anguli dirigentis, ſemicolla BM, LN, lineæ EF, & alæ MO, NT, lineæ FG, ductis; ergo lineis FO, ST, abſoluta erit munitio.

PROPOSITIO XVI.

Munitionem Gallicam tabulis ſupputatis perficere.

Praxes hactenus traditæ faciles quidem ſunt, præciſionem tamen ſummam non habent, deſcriptiones item quæ circino, & regula peraguntur, non ita perfectæ ſunt, ut non aberrent aliquibus pedibus, & nonnunquam exapedis, doctiores architecti omnium linearum longitudinem trigonometricè metiuntur, tabulaſque conſtruunt quibus ſine ulla deſcriptione in charta, factæ munitionem in ſolo exarent.

Docebo quidem inferius ſupputationem harum tabularum, quæ facilis erit iis qui trigonometriam ſciunt, ideoque ſolas praxes indicabo non allatis demonſtrationibus ne tractatus confundam. Qui tamen architecti eſſe nolunt, ſed ea tantùm addicere cupiunt, quæ milites decent, iis ſupputationibus, non multùm immorari debent, neque iis obtemperare, qui diu eos in hujuſmodi tricis detinent. Propono ergo hanc tabulam, ut uſum reliquarum doceam.

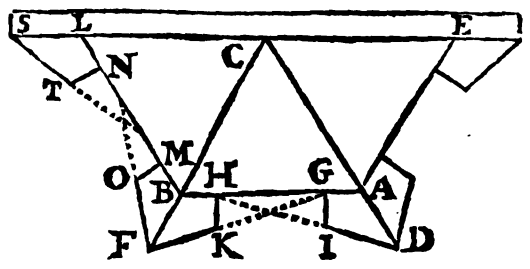
TABULA

Digitized by Google

TABVLA MVNITIONIS GALLICÆ.

Polyg.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Semidiameter Exapedæ.	76	$99\frac{1}{2}$	$120\frac{1}{2}$	138	$155\frac{1}{17}$	172	191	209	$228\frac{1}{2}$
Latus interius.	$107\frac{2}{3}$	$117\frac{1}{9}$	$120\frac{1}{2}$	$119\frac{1}{2}$	$118\frac{1}{2}$	$118\frac{1}{7}$	$118\frac{1}{7}$	$117\frac{4}{7}$	$117\frac{4}{7}$
Capitalis.	44	$37\frac{1}{2}$	$35\frac{5}{6}$	$43\frac{5}{6}$	$49\frac{16}{17}$	$54\frac{1}{2}$	$57\frac{1}{3}$	60	$61\frac{1}{6}$
Semicollum.	$22\frac{1}{4}$	$23\frac{1}{3}$	$22\frac{1}{7}$	$25\frac{1}{4}$	$26\frac{1}{4}$	$27\frac{8}{9}$	$28\frac{5}{6}$	$29\frac{1}{2}$	$30\frac{1}{4}$

Suppono haberi ſcalam in qua numerus exapedatum, immò & pedum aſſumi poſſit. Ad mu-



niendum verbi gratia exagonum ſecundum hanc tabulam, utere numeris, reſpondentibus characteri VI, nempe aſſume pro ſemidiametro $120\frac{1}{2}$, totidemque pro latere interiori; $35\frac{5}{6}$ pro capitali, $22\frac{1}{7}$ pro ſemicollo.

Aſſume igitur circino ſupra ſcalam $120\frac{1}{2}$ exapedas, eoque intervallo deſcribe circulum. Aſſume item pro latere interno $120\frac{1}{2}$ exapedas, hocque intervallum transferes in circumferentiam circuli, ut exagonum deſcribas, ducantur ex centro per angulos polygoni, lineæ diagonales CE, CA, CB, CL &c. & in capitales transferantur exapedæ $35\frac{5}{6}$ nempe ex A in D, ex B in F, & ita de reliquis, ſemicolla AG, BH habebunt exapedas $22\frac{1}{7}$; ducantur ſtringentes GF, HD, ſi ſolam defenſionem ſtringentem cupis, perpendiculares GI, HK alas dabunt.

Si cupis defenſionem figentem, lineæ ſtringentes, ad tertiam cortinæ partem duci poſſunt.

Anguli ADI, BFK erunt graduum 45, in reliquis polygonis, etiam cum defenſione figente. Quare tabulæ ſupputatæ modum muniendi facillimum continent.

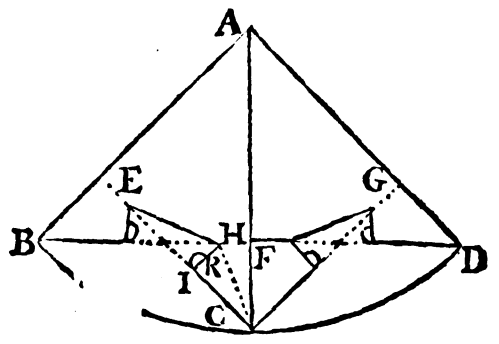
Demonſtratio hujus praxis ſatis patet. Cum enim tabulæ contineant munitionem regularem, quæ iis conformis erit, regularis etiam erit.

PROPOSITIO XVII.

Modus Antiquus munitionis Gallicæ.

Superiores methodi optimæ ſunt, iiſque communiter in Gallia utimur. Ante Ludovici XIII. tempora, paulò aliter procedebatur. Cum enim alæ non ad cortinam ſed ad faciem perpendiculares eſſent, angulus humeri rectus erat; ſemiangulus defenſus bifariam dividebatur, ad determinanda ſemicolla.

Proponatur ergo octogonum muniendum, deſcribaturque ex centro A circulus B C D cujus circumferentiâ in octo partes diviſa, habebuntur



puncta B, C, D, cum autem angulus defenſus rectus eſſe debeat, cunctis diagonalibus AB, AC, AD formentur anguli ABH, ACE, ACG, ADF 45 graduum, diviſoque bifariam angulo ACI linea CH exhibebit punctum H, ducatur H I perpendicularis ad faciem CI ut habeatur ala, habebiſque ſemipropugnaculum I H C, cui reliqua fient ſimilia, & æqualia.

Deſcribatur ſemicircellus ſupra H I tertiam partem alæ, ad formandam auriculam. Deficit primò hæc methodus quod facies propugnaculi, quam præcipuè ut hoſtibus objectam, tuendam ſuſcipimus, nimis longa evadat, ſi cum cortina conferatur.

Secundò, alam habet nimis tectam, atque adeo ferè inutilem, ad defendendam cortinam.

Tertiò, caret ſecunda ala.

PROPOSITIO XVIII.

Quodcumque polygonum methodo Italica munire.

Methodus Italica in muniendo quadrato, aut pentagono à Gallica vix differt, in aliis tamen polygonis, multum ab ea diſcrepat, præfert enim ſecundam alam, angulo recto; hæc ſecunda ala in exagono quartam partem cortinæ, in eptagono tertiam, in aliis vero mediam partem cortinæ obtinet, hæc methodus ſine figura intelligetur.

Semicolla & alæ ſextam partem cortinæ ſibi vendicabunt, in quadrato, & pentagono ſtringentes per extremitatem cortinæ ducentur, in exagono per quartam partem, in eptagono per tertiam, & in reliquis per mediam.

Digitized by Google

Demonſtratio, Hæc methodus conformis eſt regulis, & in multis propter ſecundam alam, methodo Gallicæ à multis præfertur.

PROPOSITIO XIX.

Quodcumque polygonum methodo Hiſpanica munire.

Proprium eſt methodi Hiſpanicæ, ut nunquam ſecundam alã in cortina aſſumat, hoc eſt ut ſolam defenſionem ſtringentem, nunquam figentem habeat ; quod facilè ſine figura concipitur. Diviſo ergo latere interno in 6 partes æquales, unam tam alis, quam ſemicollis concedes, & ſtringentes per extremitatem cortinæ duces, omnia polygona ſupra exagonum, angulum defenſum obtuſum habent.

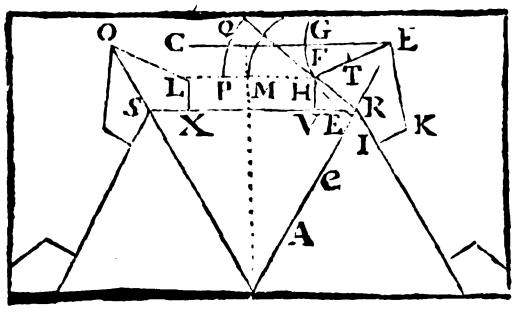
In eo deficit hæc methodus, quod ſecundam alam negligat, propugnacula ita obtuſa habet, in multis polygonis, ut reſciſſionis ſint incapacia.

PROPOSITIO XX.

Quodcumque polygonum methodo Hollandica munire.

Plures methodos Hollandicas in ſolo angulo defenſo diſcrepantes ſupra explicuimus, Prima ei concedit mediam partem anguli circumferentiæ, & inſuper 15 gradus, ſecunda duas tertias ejuſdem, tertia mediam partem, & 20 gradus. Conveniunt autem in ratione cortinæ ad faciem quæ eſt ut 3 ad 2, & in angulo alam determinante qui eſt graduum 40, quibus datis perficienda eſt munitio.

Proponatur ſemiangulus circumferentiæ ABC, pro quocumque polygono, verbi gratia 60 gra-



duum, pro exagono ex puncto B ut centro arcus quicumq; EF ducatur, cui addo arcum FG 15 graduũ ſecundum primam methodum, aut 20 ſecundũ tertiam, divido arcum EG bifariam in H ; vel Arcus FH, erit tertia pars arcus EF pro ſecunda methodo, linea BH erit facies propugnaculi, quam divido bifariam in T. Tum duco HL parallelam lineæ BC, & triplam lineæ BT, quam divido bifariam in puncto M, ductaque per M perpendiculari MN, quæ occurrat lineæ AB in N, invenio centrum N, ex quo deſcribo circulum YBO per punctum B. Ex puncto H ut centro quocumque intervallo deſcribo arcum P q quadraginta graduum, ductaque linea qHR habeo punctum R, per quod duco R S parallelam H L, & pro alis duas perpendiculares HV, LX : facta XS æquali RV, ducatur NSO, in qua abſcindatur SO æqualis RB, ducaturque OL, eritque munitum latus RB tranſlatiſque ſemicollis, & capitalibus in alios radios perficietur tota munitio.

Demonſtratio. Cum arcus EG contineat ſemiangulum polygoni ABC & inſuper 15 gradus, ſitque duplus arcus E H, ſeu anguli HBL, angulus defenſus HBK qui ejuſdem HBE duplus eſt, eidem ſemiangulo polygoni 15 gradibus aucto æqualis erit.

2 Cortina VX æqualis lineæ HL eſt ſeſquialtera faciei BH.

3 Angulus QH P eſt 40 graduum ; ergo & angulus HRV illi æqualis (*per* 27. 1. *Eucl.*) qui & alam determinat erit graduum 40.

COROLLARIUM I.

Hæc praxis valet etiam in ſecunda, & tertia methodo Hollandica, ſi arcus EH continet duas tertias partes arcus EF, vel in tertia ſi arcus F G eſt 20 graduum.

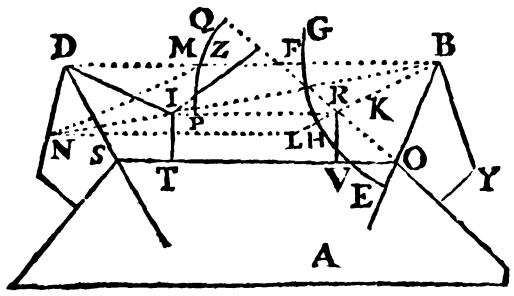
COROLLARIUM II.

Hæc etiam praxis utilis eſt in methodo Goldmani, modo linea HL, & conſequenter cortina VT fiat dupla faciei B H.

PROPOSITIO XXI.

Dato latere exteriori polygoni munitionem Hollandicam deſcribere.

Hæc praxis à ſupetiori non differt, niſi quod certum, & determinatum ſupponat latus polygoni externi.



Proponatur linea BD, latus polygoni externi, ſeu diſtantia angulorum defenſorum ſitque angulus ABD ſemiſſis anguli circumferentiæ. Ex puncto B ut centro, deſcribatur arcus EF, cui ſicut prius addatur arcus FG 15 gradum. Totus arcus EG bifariàm dividatur in H ducaturque BHL, in qua ſumantur duæ lineæ æquales BK, KL, ſitque BM, tripla lineæ BK ; perficiatur parallelogrammum hoc eſt ex puncto L fiat arcus N intervallo lineæ BM, & ex puncto M, intervallo lineæ BL, fiat angulus ADI æqualis angulo AB, ABL diagonalis BN ſecans lineam DI, in puncto I exhibet faciem DI. Ducatur RI parallela BD, tum ex puncto R ut centro deſcribatur arcus P Q graduum 40, linea PRO dabit punctum O per quod ducendum eſt latus interius OS, tum demiſſis perpendiculariter alis H V, I T abſoluta erit munitio.

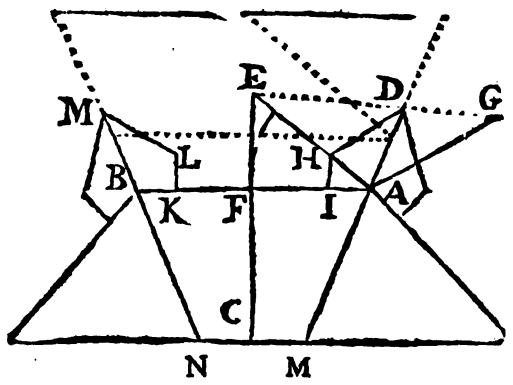
Demonſtratio. In parallelogrammo BLMN eadem eſt ratio lateris BL ad LN quæ 2 ad 3. Sed eadem eſt ratio BR ad RI, quæ BL ad LN (*per* 24. 6. *Eucl.*) igitur ratio faciei BR ad RI ſeu ad cortinam TV erit ut 2 ad 3 aliæ etiam conditiones Hollandicæ methodi non deſunt.

PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO XXII.

Dato latere interno munitionem Hollandicam perficere.



Proponitur AB, latus polygoni interni, verbi gratiâ octogoni. Fiant anguli ABN, BAM graduum $67\frac{1}{2}$, ut habeatur centrum C, fiat in A angulus EAF determinans alam graduum 40, diviſaque linea AB bifariam in F ducatur ex centro C linea CFE, quæ concurrat in E, cum linea AE. Quia autem ſemiangulus polygoni eſt $67\frac{1}{2}$ in octogono, additis 15, fiunt $82\frac{1}{2}$ & ſemiſſis $41\frac{1}{4}$. Fiat ergo angulus DAG graduum $41\frac{1}{4}$, diviſaque AB trifariam, fiat AG duarum hujuſmodi partium, ducaturque linea GE, ſecans lineam AD in puncto D. Linea DH parallela AG erit facies, ala HI perpendicularis erit ad AB. Denique tranſlatis AI, IH, AD in BK, KL, BM, munitum erit latus AB.

Demonſtratio eadem eſt ratio AF ad IF, ſeu totius AB ad IK, quæ AE ad HE (*per 4. 6. Eucl.*) cum FE, IH ſint parallelæ: & cum in triangulo AEG, lineæ AG, AD ſint etiam parallelæ, ita eſt AE ad HE ſicut AG ad HD; ergo ita eſt AB ad KI, ſicut AG ad HD, & permutando ita eſt AB ad AG, ſicut KI ad HD. Sed AB, facta eſt ſeſquialtera lineæ AG; ergo & cortina KI, erit ſeſquialtera faciei HD; quod eſt primum.

Secundò. Cum AG, DH ſint parallelæ, erunt anguli alterni GAD, ADH æquales (*per 28. 1. Eucl.*) ſed GAD erat $41\frac{1}{4}$ ergo ADG erit graduum 41 & $\frac{1}{4}$, & totus angulus defenſus erit $82\frac{1}{2}$ qualē exigit methodus Hollandica in hoc polygono.

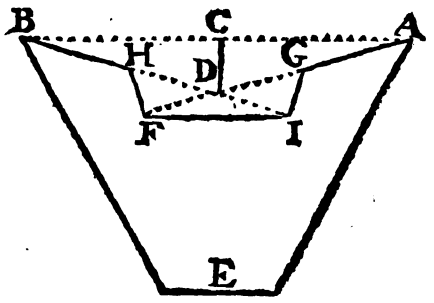
Tertiò angulus HAI determinans alam factus eſt graduum 40.

PROPOSITIO XXIII.

Munitionem deſcribere ſecundùm methodum Comitis De Pagan.

Comes de Pagan in ſingulis alis, tria tormentorū ſuggeſta, & in ſingulis ſuggeſtis quatuor tormenta collocat. Ideoq; ampliora reddit propugnacula, ita ut eorum facies cortinam ferè adæquet, ab eaque ſexta tantum parte ſuperetur; ſecundam faciem nullam habet; ſed ſolam defenſionem ſtringentem, cui 140 expedas tribuit. Suas praxes inchoat à latere externo, qui in tabulis ferè idem perſeverat. Hoc latus in magnis munitionibus 200 exapedas habet, in mediocribus 180, in parvis 160; quia tamen in irregularibus fieri poteſt, ut nonnulla latera exterioris polygoni minora ſint 160 exapedis, tres proponit forcipes ut vocat quarum maxima latus exterius habet 140 exapedarum, ſecunda 120, minima 100.

Proponatur latus exterius AB 200. exapedarum pro magnis munitionibus. Dividatur biſa-



tiam in C exciteturque perpendicularis CD 30 exapedarum. Ducantur ſtringentes ADF, BDI facies AG ſit dupla lineæ CD, & GI perpendicularis ad ſtringentem BD, idem fiat ex alia parte ducta cortina IF munitum erit latus AB. Ut habeatur centrum E, radius AE in pentagono eſt 170 exapedarum, in exagono 200. in eptagono $230\frac{2}{7}$, in octogono 261, in enneagono 292, in enneagono 292, in decagono 313. in endecagono 354. in dodecagono 386. Si ergo ex punctis A & B deſcribantur duo arcus, ad intervallum radii, eorum arcuum interſectio centrum exhibebit.

	AB	CD	AG	GI	IF
In mediocri mun.	180	30	55	14	$60\frac{2}{3}$
In minima	160	30	50	$23\frac{1}{3}$	$50\frac{2}{3}$
Maxima forceps	140	25	40	$21\frac{1}{6}$	50
Mediocris	120	24	36	20	39
Magnum quadratum	200	27	60	22	71
Mediocre	180	24	55	19	$63\frac{2}{3}$

Hic nullam affero demonſtrationem, cum omnia ſatis clara ſint, videbimus infra quam ſuggeſtorum diſpoſitionem ſequatur.

PROPOSITIO XXIV.

Variæ muniendi methodi.

Antequam tabularum ſupputationem aggrediar, neceſſariò determinanda eſt methodus cui addicuntur. Hoc eſt aliquæ partes quaſi eſſentiales ſupponuntur datæ, ex quibus cæteras elicimus.

Prima methodus Hollandica.

Cortinam habet exapedarum 72,
Faciem 48
Angulum determinantem alam 40,
Angulum defenſum, qui mediam partem anguli polygoni, & inſuper 15 gradus contineat, in quo conveniunt Dogen, Goldman, & Marolois.

Nempe in quadrato 60, in pentagono 69, in exagono 75, in eptagono 79. VIII. 82, IX. 85, X. 87, XI. 88, XII. 90.

Secunda methodus Hollandica.

Cortina 72,
Facies 48,
Angulus alam determinans 40.

Digitized by Google

Angulus defenſus duas tertias habet anguli polygoni, atque adeo in IV. 60. In V. 73. VI. 80. VII. 86. VIII. 90. ſicut & cætera.

Tertia methodus Hollandica.

Cortina 72.
Facies 48.
Augulus determinans alam 40.
Angulus defenſus dimidio angulo polygoni addit 20 gradus, atque adeo IV. habet 65. V. 75. VI. 80. VII. 84. VIII. 87. $\frac{1}{2}$ reliqua 90.

Quarta methodus Hollandica.

Cortina 72,
Facies 48.
Angulus defenſus continet 20 gradus ſupra dimidium angulum polygoni.
Ala in IV. 12. exapedas habet. In V. 14. in VI. 16. in VII. 18. in IX. 22, in reliquis 24.

Quinta methodus Hollandica.

Hæc methodus à præcedenti diſcrepat tantum penes angulum defenſum, cui præter ſemiſſem anguli polygoni addit 15 gradus.

Methodus Goldmani.

Cortina 80 exapedarum.
Facies 40.
Ala in IV. 10. in V. 13 $\frac{1}{3}$. VI. 15. VII. 16 $\frac{2}{3}$. VIII. 18. IX. 20. X. 21 $\frac{2}{3}$. XI. 23 $\frac{1}{3}$. XII. 25.
Angulus defenſus in quadrato 60. V. 69. VI. 75. VII. 79. VIII. 82 $\frac{1}{2}$. IX. 85. X. 87. XI. 88. XII. 90.

PROPOSITIO XXV.

De ſupputatione linearum, & angulorum ichnographicorum.

Quia diagrammata quæ in charta exarantur minora ſunt, quam ut linearum longitudinem præciſam, & angulorum quantitatem exactam exhibeant, ita ut in iis proclive ſit non tantum aliquibus pedibus, ſed etiam exapedis aberrare, nonnulli diligentiores trigonometricè ſingularum partium menſuras inquirunt. Quia verò trigonomicæ praxes aliqua in triangulo cognita ſupponunt, ut cætera inveſtigent, ſupponemus angulos centri, & angulos circumferentiæ ſupra cognitos.

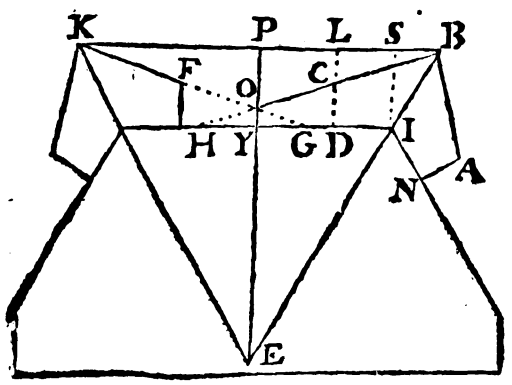
Anguli centri.

	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Anguli circumferentiæ.	120	90	72	60	51 $\frac{3}{7}$	45	40	36	32 $\frac{8}{11}$	30
	60	90	108	120	128.34	135	140	144	147.16	150

PROPOSITIO XXVI.

Angulum defenſum, imminutum, defendentem externum & internum, & angulum humeri reperire.

Angulus defenſus idem non eſt in omnibus methodis. In methodo Gallica angulus defenſus in quadrato 60 gradus obtinet, & 75 in pentagono. Angulus defendens interior eſt 14 graduum, & 3 min. cum enim ala ſit ſexta pars lateris, erit



quarta pars cortinæ, ut in figura, ſit DH tota cortina, & CD ala, ſi in triangulo HDC, HD ponatur ſinus totus, erit DC tangens anguli HDC; fiat igitur ut HD ad DC, hoc eſt ut 4 ad 1, ita ſinus totus ad tangentem, invenieſque gradus 14. min. 3. pro angulo defendente interno DHC, cui angulus imminutus HBC æqualis eſt, utpote illi alternus.

In omni igitur munitione in qua ala quartam partem continet, tam angulus defendens interior, quàm angulus imminutus 14 gradus & tria minuta ſibi vendicant.

Si angulum imminutum HBK ſubtrahas ex ſemiangulo, polygoni IBH, reſtabit ſemiangulus defenſus IBH: è contra ſi cognoſcas ſemiangulum defenſum IBH, eumque ſubtrahas ex ſemiangulo polygoni IBK, reſtabit angulus imminutus HBK, cui angulus defendens interior æqualis eſt.

Duplica angulum defendentem internum DHC, eamque ſummam ſubtrahe ex 180, reſtabit angulus defendens exterior BOK; nam in triangulo GOH, cum omnes anguli duobus rectis ſint æquales, ſeu 180 gradibus, ſubtractis angulis æqualibus OGH, OHG, ſeu angulo OHG duplicato, reſtabit angulus GOH, aut ipſi oppoſitus BOK. Adde angulum defendentem internum CHD, 90 gradibus, habebiſque angulum humeri BCD; nam (*per* 23. 1. *Eucl.*) angulus BCD, externus reſpectu trianguli DCH, duobus internis CDH, CHD æqualis eſt.

In munitionibus quæ habent defenſionem ſigentem, facilè habetur angulus defendens interior, modò ſciatur ratio alæ DC, ad lineam DH.

Denique angulus faciei, & ſtringentis DCH, eſt complementum anguli defendentis interni CHD.

PROPOSITIO XXVII.

Invenire angulum determinantem alæ, angulum capitalis & cortinæ; angulum oppoſitum facici, & angulum capitali oppoſitum.

Angulus determinans alam CID, in methodo Gallica, quæ alam adæquat ſemicollo, eſt graduum 45 in

Digitized by Google

45, in methodis Hollandicis graduum 40, in aliis verò ex variis circumſtantiis determinandus eſt, ut ex ratione ſemicolli ad alam. Si enim fiat ut ſemicollum ID, ad alam CD, ita ſinus totus ad quartum, habebitur tangens anguli determinantis alam CID.

Secundò ſubtrahe EIH ſemiangulum polygoni, ex 180 gradibus, relinquetur HIB angulus quem capitalis cum latere polygoni comprehendit.

Tertiò, ſi ab hoc ultimo angulo ſubtrahatur angulus determinans alam, reſtabit angulus BIC faciei oppoſitus, qui ſi addatur angulo defenſo, & ſumma ex 180 gradibus ſubtrahatur, reſtabit angulus ICB capitali oppoſitus.

De ſupputatione linearum.

Inventis omnibus angulis munitionis regularis ad lineas accedimus, ſupponendo tamen aliquarum linearum longitudinem notam; cum enim ſimilia polygona, & inæqualia deſcribere poſſimus, quorum latera proportionalia ſint, ut ſingulorum laterum longitudinem unam, aut alteram lineam determinare debemus.

Ita Hollandi ſuas munitiones in magnas, mediocres, & parvas dividunt: majoribus lineam defenſionis maximam 120 exapedarum tribuunt, mediocribus 110, minoribus 88. Poſſunt item diſtingui, per cortinarum, aut facierum longitudinem, quare ſequentibus propoſitionibus ſingularum linearum menſuras inveſtigo.

PROPOSITIO XXVIII.

Data facie propugnaculi, invenire frontem, & productionem alæ.

Inſtituatur regula aurea, nempe
Ut ſinus totus
ad ſinum anguli imminuti LBC,
ita facies BC
ad lineam LC productionem alæ.
Pariter ad habentem lineam BL,
Fiat ut ſinus totus
ad ſinum complementi anguli LBC,
ita facies BC ad lineam BL, quæ duplicata, & addita cortinæ, dat latus exterius, vel detracta ex latere exteriori dat cortinam.

PROPOSITIO XXIX.

Cognita facie invenire capitalem.

Suppono in triangulo IBC cognoſci angulos omnes IB,
Fiat ut ſinus anguli BIC
ad ſinum anguli ICB,
ita facies BC
ad capitalem BI.

PROPOSITIO XXX.

Data capitali invenire diſtantiam polygonorum, latus interius, lineam ſemicolli, & alam.

Suppono in triangulo IBS cognoſci angulos, & capitalem BI.
Fiat ut ſinus totus anguli recti S
ad ſinum anguli BIS,
ita capitalis BI
ad lineam 15 diſtantiam polygonorum
Eodem modo quæritur BS, quæ duplicata, & ablata ex latere exteriori BE, dabit latus interius.
Eadem BS ablata ex BL jam præcognita dat DI lineam ſemicolli
Linea LC jam cognita, & ablata ex LD, ſeu IS dat alam CD.
Linea ſemicolli duplicata, & ablata ex latere interiori relinquit cortinam.

PROPOSITIO XXXI.

Cognita ala, invenire ſecundam alam & liberam ſtringentis.

In triangulo CDH
fiat ut ſinus anguli CHD,
ad ſinum totum, ſeu anguli recti CDH,
ita ala CD
ad lineam CH, ſeu liberam partem ſtringentis.
Fiat rurſus ut ſinus anguli CHD
ad ſinum anguli DCH,
ita ala CD
ad lineam DH complementum cortinæ, ſeu ad id quod relinquitur ablata ſecunda ala; ex quibus facilè innoteſcet ſecunda ala.
Habebitur item longitudo totius lineæ ſtringentis.

PROPOSITIO XXXII.

Cognitâ Polygonorum diſtantiâ, & fronte; inveſtigare lineam defenſionis maximam.

Suppono cognitam eſſe lineam DI, vel DL, & fronte BL, quæ ablata ex BK, relinquit lineam LK; certum autem eſt in triangulo LKD, quadrata linearum LK, LD, æqualia eſſe quadrato lineæ KD, quare multiplicando ſingula latera LK, LD per ſeipſa ut habeantur eorum quadrata, ſi ex eorum ſumma extrahas radicem quadratam, habebitur linea LD maximæ defenſionis.
Vel fiat ut LK ad LD, ita ſinus totus, ad tangentem anguli LKD.
Et rurſus Ut ſinus anguli LKD
ad ſinum totum, ſeu anguli recti L,
ita latus LK ad lineam defenſionis DK.

PROPOSITIO XXXIII.

Dato ſemilatere polygoni radium cognoſcere.

Cognoſcatur linea IY, ſeu ſemilatus polygoni interni, ita cognoſcetur radius IL, IE, ſi fiat ut ſinus ſemianguli centri IEY
ad ſinum totum, ſeu anguli recti IYE,
ita ſemilatus IY
ad radium IE.
Cui ſi addas capitalem BI, habebitur BE radius polygoni externi.
Simili methodo determinabis omnes lineas munitionum quarumcumque.
Quæ omnia ut faciliora evadant addidi tabulas tam ſecundum omnes methodos Hollandicas, quam ſecundum alias.

Digitized by Google

TABVLA ANGVLORVM
secundum varias methodos.

	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Angulus centri BLK.	90.	72.	60.	51. 26	45.	40.	36.	32. 43	30.
Circumferentiæ HIN.	90.	108.	120.	128. 34	135.	140.	144.	147. 16	150.
Angul.capital. & colli DIB.	135.	126.	120.	115. 43	112. 30	110.	108.	106. 22	105.
Angulus *ABD*, defenſus Gallicâ methodo.	60.	75.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.
1. Hollandicâ.	60.	69.	75.	79. 17	82. 30	85.	87.	88. 38	90.
2. Hollandicâ.	60.	72.	80.	85. 43	90.	90.	90.	90.	90.
3. Hollandicâ.	65.	74.	80.	84. 17	87. 30	90.	90.	90.	90.
Semiangulus defenſ. IBG. Gallicâ.	30.	37. 30	45.	45.	45.	45.	45.	45.	46.
1. Hollandicâ.	30.	34. 30	37. 30	39. 39	41. 15	42. 30	43. 30	44. 19	45.
2. Hollandicâ.	30.	36.	40.	42. 51	45.	45.	45.	45.	45.
3. Hollandicâ.	32. 30	37.	40.	42. 9	43. 45	45.	45.	45.	45.
Aug.ſtring.& cortin.CHD. Gallicâ.	15.	16. 30	15.	19. 16	22. 30	25.	27.	28. 38	30.
1. Holland.	15.	19. 30	22. 30	24. 39	26. 15	27. 30	28. 30	29. 19	30.
2. Hollandic.	15.	18.	20.	21. 26	22. 30	25.	27.	28. 38	30.
3. Hollandic.	12. 30	17.	20.	22. 9	23. 45	25.	27.	28. 38	30.
Angul.ſtring.& alæ DCH. Gallicâ.	75.	73. 30	75.	70. 46	67. 30	65.	63.	61. 22	60.
1. Hollandic.	75.	70. 30	61. 30	65. 21	63. 45	62. 45	61. 30	60. 41	60.
2. Hollandic.	75.	72.	70.	68. 34	67. 30	65.	63.	61. 22	60.
3. Hollandic.	77. 30	73.	70.	67. 31	66. 15	65.	63.	61. 22	60.
Angul.decuſſationis BOE. Gallicâ.	150.	147.	150.	141. 32	135.	130.	126.	122. 44	120.
1. Hollandic.	150.	141.	135.	130. 43	127. 30	125.	123.	121. 52	120.
2. Hollandic.	150.	144.	140.	137. 9	135.	130.	126.	122. 44	120.
3. Hollandic.	155.	146.	140.	135. 43	132. 30	130.	126.	122. 44	120.
Ang.oppoſ.facies cap.BCL Gallicâ.	60.	61. 30	60.	64. 16	67. 30	70.	72.	73. 38	75.
1. Hollandic.	65.	59. 30	62. 30	64. 39	66. 15	67. 30	68. 30		
2. Hollandic.	55.	58.	60.	61. 26	62. 30	65.	67.		
Angul.oppoſit.faciei BIC. Methodo Gallicâ.	90.	81.	75.	70. 43	67. 30	65.	65.	61. 23	60.
2. Hollandicâ.	95.	86.	80.	75. 43	72. 30	70.	68.	66. 23	65.

Digitized by Google

IV. V. VI. VII. VIII. IX. X. XI. XII.

Anguli munitionum ſecundum 1. methodum Hollandicam.

	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.
Angulus centri.	90	72	60	51. 20	45	40	36	32. 44
Angulus polygoni.	90	108	120	128. 34	135	140	144	147. 16
Angulus defenſus.	60	69	75	79. 17	82. 30	85	87	88. 38
Cortinæ,& ſtringentis.	15	19. 30	22. 30	24. 39	26. 15	27. 30	28. 30	29. 19
Oppoſitus capitali.	55	59. 30	62. 30	64. 39	66. 15	67. 30	67. 30	69. 19
Oppoſitus faciei.	95	86.	80.	75. 43	72. 30	70.	68	66. 22
Formator alæ.	40	40.	40.	40	40.	40	40	40

Lineæ ichnographicæ majorum munitionum Secundum 1. Hollandicam.

	Exad. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.
Cortina.	72	72	72	72	72	72	72	72
Facies.	48	48	48	48	48	48	48	48
Frons.	46. 2	45. 1½	44. 2	42. 2	43. 0	42. 3½	42. 1	41. 5
Semicollum.	18. 2¾	20. 5¼	22. 4¼	24. 1	25. 2½	26. 2½	27. 1¾	28
Capitalis.	39. 2¾	41. 2¾	43. 1¼	44. 4½	46. 0⅓	47. 1	48. 1	49.
Ala.	15. 2¾	17. 3	19. 0½	20. 2	21. 2	22. 1	22. 5⅓	23. 3
Secunda ala.	14. 1	22. 3	25. 5¾	27. 4¼	28. 4½	29. 2¼	31. 4¾	30. 0½
Defenſio figens.	121. 3½	121. 5½	122. 1¼	122. 2¾	122. 2	122. 5	123.	123. 2
Stringens.	107. 5	100. 3	97. 5	56. 4	96. 4	96	96	96
Latus interius.	108. 5⅓	113. 4½	117. 2¾	120. 2½	120. 2½	124. 5	126. 3½	128
Latus exterius.	164. 4¼	162. 3	160. 4	159. 1½	159. 1½	157. 2	156. 2	155. 4
Minor radius.	77.	96. 4½	117. 2¾	138. 4½	138. 4½	182. 3	204. 5	227. 1½
Diſtantia polygonor.	27. 5⅓	33. 3	37. 2½	40. 2	42. 3⅓	44. 2	45. 4¾	47

Lineæ ichnographicæ, minorum munitionum ſecundum 1. Hollandicam.

Cortina.	52. 2½	53. 1	53. 4½	54	54. 4	55	55. 1½	55. 3
Facies.	34. 5¾	35. 2½	35. 5	36. 1	36. 4	36. 4	36. 5	37
Frons.	33. 4½	33. 2⅓	33. 0½	32. 5	32. 4	32. 3	32. 2	32. 1½
Semicollum.	13. 2½	15. 2⅓	16. 5¾	18. 1¼	19. 1⅔	20. 1	20. 5½	21. 3½
Capitalis.	28. 4½	30. 1¾	32. 1¾	33. 4¼	34. 5¾	36	37	37. 4½
Ala.	11. 1½	12. 5½	14. 1½	14. 1½	16. 1	17	17. 3⅓	18. 0⅔
Secunda Ala.	10. 2	16. 4	19. 2	20. 5¼	21. 4¾	22. 2½	22. 5	22. 1
Figens.	88. 3½	90	91. 1½	92. 1⅔	93. 0½	93. 5	94. 2⅓	94. 5½
Stringens.	78. 3	74. 1	73.	72. 5	73.	73. 2	73. 4	74
Latus interius.	79. 2	84	87. 4	94. ¼	93. ¼	94. 2	97. 1	98. 4
Latus exterius.	120	120	120	120	120.	120	120.	120.
Radius minor.	56	71. 2½	87. 4	104. 3	121. 5	139. 2	157. 1	175. 1
Diſtantia polygonor.	20. 2	24. 4½	27. 5½	30. 2¾	32. 1¾	33. 5	35. 1	36. 1¼

Anguli

IV. V. VI. VII. VIII. IX. X. XI. XII.

Anguli munitionum ſecundùm methodum ſecundam Hollandicam.

	g. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.
Angulus centri.	90	72	60	51. 26	45	40	36	32. 44
Angulus Polygoni.	90	108	120	128. 34	135	140	144	147. 16
Angulus defenſus.	60	72	80	85. 43	90	90	90	90
Stringent. & cortin.	15	18	20	21. 26	22. 30	25	27	28. 48
Oppoſitus capitali.	55	58	60	61. 26	62. 30	65	67	68. 38
Oppoſitus faciei.	95	86	80	75. 43	72. 30	70	68	66. 22
Oppoſitus alæ.	40	40	40	40	40	40	40	40

Lineæ magnarum munitionum 2. methodi Hollandicæ.

	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.	Ex.	p.
Cortina.	72		72		72		72		72		72		72		72	
Facies.	48		48		48		48		48		48		48		48	
Frons.	46.	2	45.	4	45.	$0\frac{1}{2}$	44.	4	44.	3	43.	3	42.	$4\frac{1}{2}$	42	
Semicollum.	18.	$2\frac{3}{4}$	21.	4	24		25.	$4\frac{3}{4}$	27.	$1\frac{1}{2}$	27.	4	28		28.	2.
Capitalis.	39.	$2\frac{3}{4}$	40.	5	42.	2	43.	3	44.	4	46.	$1\frac{3}{4}$	47.	4	48.	$4\frac{3}{4}$
Ala.	15.	3	18.	1	20.	1	20.	4	22.	5	23.	$1\frac{1}{4}$	23.	3	23.	5
Secunda ala.	14.	1	16		16.	4	16.	5	16.	$4\frac{1}{2}$	22.	1	25.	5	28.	$2\frac{1}{4}$
Figens.	121.	$3\frac{3}{4}$	122.	1	122.	4	123.	$0\frac{1}{2}$	123.	3	123.	3	123.	3	123.	2
Stringens.	107.	5	107.	5	107.	$5\frac{1}{4}$	107.	$1\frac{1}{2}$	107.	5	102.	$5\frac{1}{2}$	99.	5	97.	4
Latus interius.	109		115		120		123.	4	126.	3	127.	2	128		128.	4
Latus exterius.	164.	4	163.	2	162.	1	161.	4	160.	4	159		159.	3	158.	$1\frac{1}{2}$
Minor radius.	77.		98		120		141.	$3\frac{1}{2}$	165.	2	166.	1	207.	$1\frac{1}{2}$	228.	3
Diſtantia polygon.	27.	$5\frac{1}{2}$	33		36.	3	39.	1	41.	1	43.	2	44		46.	5

Lineæ minorum munitionum 2. methodi Holl.

Cortina.	52.	3	52.	5	53.	$1\frac{1}{2}$	53.	3	53.	$4\frac{1}{2}$	54.	2	54.	5	55.	2
Facies.	35		35.	$1\frac{1}{2}$	35.	3	35.	4	35.	5	36.	1	36.	$3\frac{1}{2}$	36.	5
Frons.	35.	5	33.	3	33.	2	33.	$1\frac{1}{2}$	33.	1	32.	5	32.	$3\frac{1}{2}$	32.	2
Semicollum.	13.	3	15.	5	17.	$4\frac{1}{2}$	19.	1	20.	2	20.	5	21.	2	21.	5
Capitalis.	28.	4	30.		31.	1	32.	2	33.	2	34.	$5\frac{1}{2}$	36.	2	37.	3
Ala.	11.	$1\frac{1}{2}$	13.	2	14.	5	16		16.	4	17.	3	17.	$5\frac{1}{2}$	18.	2
Ala ſecunda.	10.	2	11.	5	12.	2	12.	3	12.	3	16.	$4\frac{1}{2}$	19.	4	21.	5
Figens.	88.	$3\frac{1}{2}$	89.	5	91.	$4\frac{1}{2}$	91.	3	92.	1	93.	1	94		94.	$4\frac{1}{2}$
Stringens.	78.	3	78.	3	79.	$0\frac{1}{2}$	79.	$4\frac{1}{2}$	80.	3	77.	4	76.		75.	
Latus interius.	79.	2	84.	4	88.	4	91.	$5\frac{1}{2}$	94.	3	96.	$0\frac{1}{2}$	97.	$3\frac{1}{2}$	98.	$5\frac{1}{2}$
Latus exterius.	120		120		120		120		120		120.		120.		120.	
Minor radius.	56.	$0\frac{1}{2}$	72.	$0\frac{1}{2}$	88.	$4\frac{1}{2}$	105.	2	123.	3	140.	3	157.	5	175.	3
Diſtantia polygon.	20.	2	20.	3	27		29.	1	30.	5	32.	5	34.	3	36.	

Anguli

Anguli munitionum tertiæ methodi Hollandicæ.

	g. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.
Angulus centri.	90	72	60	51. 26	45	40	36	32. 44
Angulus Polygoni.	90	108	120	128. 34	135	140	144	147. 16
Angulus defenſus.	65	74	80	84. 17	87. 30	90	90	90
An. ſtringentis & Cortinæ	12. 30	17	20. 30	22. 9	23. 45	25	27	28. 38
Stringentis & alæ.	77. 30	73	70	67. 51	66. 15	65	63	61. 22

Lineæ ichnographicæ magnarum munitionum tertiæ methodi Hollandicæ.

	Ex.	P.	Ex.	P.	Ex.	P.	Ex.	P.	Ex.	P.	Ex.	P.	Ex.	P.	Ex.	P.
Cortina.	72		72		72		72		72		72		72		72	
Facies.	48		48		48		48		48		48		48		48	
Frons.	46.	5	45.	5	45.	0½	44.	3	44.	5½	43.	3	42.	4½	42.	2
Semicollum.	24	3	25.	3	26	2	27.		27.	4	27.	4	27.	5	28.	2.
Capitalis.	31.	4	34.	4	37.	3	40.		42.	3½	45.	1	48.	1	49.	4
Ala.	12.		14.		16.		18.		20.		22.		24.		24.	
Secunda ala.	17.	5	26	1	28.		27.	4½	26.	3	24.	5	24.	5	28.	
Defenſio figens.	120.	5½	121.	0½	121.	2	121.	5	122.	2½	123.		123.	3	123.	2
Stringens.	103.	3	95.	5	94.	4	93.	4½	97.	4	100.		100.	5	98.	
Latus interius.	121		123		124	5	126.	1	127.	2	127.	2	127.	5	128.	4
Latus exterius.	165.	4	163.	5	162.	1	160.	5	159.	5	159		157.	3	156.	1½
Minor radius.	85.	3	104.	4	124	4	145.	2	166.	3	183.	3	206.	4½	248.	2
Diſtantia polygonor.	22.	23	27.	4	32.	2½	36.	0½	39.	2	42.	2	45		47.	

Lineæ minorum munitionum 3. methodi Hollandicæ.

Cortina.	52.	0½	52.	4	53.	2	53.	4	54.		54.	2	54.	5	55.	1½
Facies.	34.	4	35.	1	35.	3	35.	5	36.		36.	1½	36.	3½	36.	5
Frons.	33.	5½	33.	4	33.	2	33.	1	33.		32.	5	32.	3	32.	
Semicollum.	17.	4	18.	4	19.	3	20.	1	20.	4½	20.	5	21.	2	21.	4
Capitalis.	22.	5	25.	2	27.	4	29.	5	32.	0½	34		36.	4	37.	4
Ala.	8.	4	10.	3½	11.	5½	13	3	15.		16.	4	18.	2	18.	2½
Secunda ala.	12.	5	19.	1	20.	4	20.	4	19.	5½	18.	4	18.	5	21.	3
Figens.	87.	3	88.	4	89.	4	90.	5	91.	5	92.	5	94		94.	4
Stringens.	74.	5	70.	1¼	70.	0½	71.	2	73.	2	75.	3	76.	5	75.	2
Latus interius.	87.	3	90.	1	92.	2	94.		95.	3	96.	2½	97.	2	98.	5
Latus exterius.	120		120.		120		120		120		120.		120.		120.	
Radius minor.	62.		76.	4	92.	2	108.	2½	124.	4½	128.	3	157.	3	175.	3
Diſtantia polygon.	16.	1	20.	2	24		26.	5	291.	3	31.	5½	34.	5	36.	

Digitized by Google

XII. XIII. XIV. XV. XVI. XVII. XVIII. XIX. XX. Linea recta.

Anguli munitionum primæ & ſecundæ methodi Hollandic.

	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.
Angulus centri.	30	27. 42	25. 43	24.	22. 30	22. 17	20.	18. 57	10.	0.
Angulus Polyg.	150.	152. 18	154. 17	156.	157. 30	158. 49	160.	161. 3	162.	180.
Angulus defenſus.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.
Ang. cort. & String.	30.	31. 9	32. 9	33.	33. 45	34. 25	35.	35. 32	36.	45.
Ang. capit. oppoſit.	70.	71. 9	72. 9	73.	73. 45	74. 25	75.	75. 32	96.	85.
Ang. faciei oppoſit.	65.	63. 51	62. 51	62.	61. 15	60. 38	60.	59. 28	59.	50.
Formator alæ.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.

Lineæ magnarum munitionum primæ & 2. methodi Hollandicæ.

	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.
Cortina.										
Facies.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.
Frons.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.
Semicollum.	41. 31	41.	40. 4	4. $1\frac{1}{2}$	39. $5\frac{1}{2}$	39. 4	39. 2	39.	38. 5	34.
	28. 4	29.	29. 2	29. 3	29. 4	29. 5	30.	30. 1	30. 2	33. 5
Capitalis.	49. $4\frac{1}{2}$	50. $3\frac{1}{2}$	51. 2	52.	52. 3	53.	53. 3	54.	54. 2	62. $2\frac{1}{2}$
Ala.	24.	24. 2	24. 3	24. 4	24. 5	25.	25. 1	25. 2	25. 3	28. 3
Ala ſecunda.	30. 2	31. $4\frac{1}{2}$	33.	34.	34. $4\frac{1}{2}$	35. 3	36.	36. 3	37.	43. 3
Figens.	123. 2	123. 2	123. 2	223. $1\frac{1}{2}$	123. $1\frac{1}{2}$	123. $1\frac{1}{2}$	123. $1\frac{1}{2}$	123. 1	123. 1	123.
Stringens.	96. 1	95.	94. $0\frac{1}{2}$	93.	92. $4\frac{1}{2}$	92. 2	91. $5\frac{1}{2}$	91. $3\frac{1}{2}$	91. 2	88. $1\frac{1}{2}$
Latus interius.	129. 2	129. $5\frac{1}{2}$	130. $2\frac{1}{2}$	130. 5	131. 2	131. 4	132.	132. 2	132. 4	139. 5
Latus exterius.	155. 1	154. 1	152. $1\frac{1}{2}$	156. 3	151. 5	151. 1	150. 4	150.	149. 4	139. 3
Minor radius.	249. $5\frac{1}{2}$	271. 3	293.	314. $4\frac{1}{2}$	336. 4	358. 2	380. 1	402. $0\frac{1}{2}$	424.	0.
Diſtantia polygon.	48.	49. 1	50.	50. 5	51. 3	52. 1	52. 4	53. $1\frac{1}{2}$	53. 4	62. $1\frac{1}{2}$

Lineæ minorum munitionum 1. & 2. methodi Holland.

Cortina.	55. 4	56.	56. 2	56. 4	56. 5	57. 1	57. 2	57. 3	57. 4	61. $4\frac{1}{2}$
Facies.	37. 1	37. 2	37. 3	37. $4\frac{1}{2}$	37. $5\frac{1}{2}$	38.	38. 1	38. 2	38. 3	41. 1
Frons.	32. 1	32.	31. 5	31. 4	31. 3	31. $2\frac{1}{2}$	31. 2	31. $1\frac{1}{2}$	31. 1	29. 1
Semicollum.	22. 1	22. 3	22. 5	23. $0\frac{1}{2}$	23. 3	23. 4	25. $5\frac{1}{2}$	24. $0\frac{1}{2}$	24. 2	25. 1
Capitalis.	38. 3	39. 2	40. 1	40. 5	43. 3	42. 1	42. 4	43. 1	43. 3	53. 3
Ala.	18. 4	18. 5	19. 1	19. 3	19. 4	19. $5\frac{1}{2}$	20.	20. 1	20. $2\frac{1}{2}$	24. $2\frac{1}{2}$
Secunda ala.	23. $1\frac{1}{2}$	24. 4	25. 5	26. 4	27. 3	28. 1	28. 4	29. 1	29. 4	37. 2
Figens.	95. 2	96.	96. 3	96. $5\frac{1}{2}$	97. 3	97. 5	98. 1	98. 3	98. 4	105. 3
Stringens.	74. 2	73. $5\frac{1}{2}$	73. 4	73. 3	73. 2	73. $1\frac{1}{2}$	73. 1	73. 1	73. 1	75. 4
Latus interius.	100.	101. 1	102. 1	103.	103. 5	104. 3	104. $3\frac{1}{2}$	105. 5	106. 2	120.
Latus exterius.	120.	120.	120.	120.	120.	120.	120.	120.	120.	120.
Minor radius.	193. 2	211. 2	229. 3	247. 4	266. $0\frac{1}{2}$	284. $2\frac{1}{2}$	302. 5	321. $2\frac{1}{2}$	340.	0.
Diſtantia polygon.	37. 1	38. $1\frac{1}{2}$	39. 1	40.	40. $4\frac{1}{2}$	41. $2\frac{1}{2}$	42.	42. 3	43.	53. 3

Anguli

Digitized by Google

XII. XIII. XIV. XV. XVI. XVII. XVIII. XIX. XX. Linea recta.

Anguli munitionum tertiæ methodi Hollandic.

	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.
Angulus centri.	30	27. 42	25. 43	24.	22. 30	21. 11	20.	18. 57	18.	0.
Angulus Polyg.	150.	152. 18	154. 17	156.	157. 30	158. 49	160.	161. 39	162.	180.
Angulus defensus.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.
Ang. cort. & String.	30.	31. 9	32. 9	33.	33. 45	34. 25	35.	35. 32	37. 30	45.
Ang. string. & alæ.	60.	58. 51	57. 51	57.	56. 15	55. 35	55.	54. 28	52. 30	45.

Lineæ majorum munitionum tertiæ methodi Hollandicæ.

	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.
Cortina.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.
Facies.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.
Frons.	41. 3	41. $0\frac{1}{2}$	40. 4	40. $1\frac{1}{2}$	39. $5\frac{1}{2}$	39. $3\frac{1}{2}$	39. 2	39.	38. 5	33. $5\frac{1}{2}$
Semicollum.	28. $3\frac{1}{2}$	29.	29. 2	29. $3\frac{1}{2}$	29. 5	30.	30. 1	30. $2\frac{1}{2}$	30. $3\frac{1}{2}$	33. $5\frac{1}{2}$
Capitalis.	49. 4	50. 2	50. 5	5. $1\frac{1}{2}$	51. 4	52.	52. 2	52. $3\frac{1}{2}$	52. 5	57. $5\frac{1}{2}$
Ala.	24.	24.	24.	24.	24.	24.	24.	24.	24.	24.
Ala secunda.	30. $2\frac{1}{2}$	32. 2	33. 5	35.	36. $0\frac{1}{2}$	37.	37. 4	38. $2\frac{1}{2}$	38. $5\frac{1}{2}$	48.
Figens.	123. 2	123. 1	123.	122. $5\frac{1}{2}$	122. 5	122. 4	122. 4	122. $3\frac{1}{2}$	122. 3	120. 4
Stringens.	96.	94. $2\frac{1}{2}$	93. $0\frac{1}{2}$	92.	91. 1	90. 4	89. 5	89. $1\frac{1}{2}$	88. 5	81. $5\frac{1}{2}$
Latus interius.	129. 1	130. $0\frac{1}{2}$	130. 4	131. 1	131. 5	132.	132. 3	132. 5	133. 1	139. 5
Latus exterius.	155. 1	154. 1	153. $1\frac{1}{2}$	152. 3	151. 5	151. 1	150. 4	150. 1	149. 4	139. $5\frac{1}{2}$
Minor radius.	249. 3	291. 4	295. 5	315. 2	337. 3	359. 3	381. $2\frac{1}{2}$	403. $4\frac{1}{2}$	425. 3	0.
Distantia polygon.	48.	48. 5	49. 3	50. 1	50. 4	51. 1	53. 3	51. 5	52.	57. $5\frac{1}{2}$

Lineæ minorum munitionum 3. methodi Hollandi

Cortina.	55. 4	56. 1	56. 2	56. 4	56. 5	57. 1	57. 2	57. 3	57. 4	61. 4
Facies.	36. 5	37. 1	37. 3	37. $4\frac{1}{2}$	37. $5\frac{1}{2}$	38. $0\frac{1}{2}$	38. 1	38. 2	38. 4	41. 1
Frons.	32.	32.	31. 5	31. 4	31. 3	31. $2\frac{1}{2}$	31. 2	31. 1	31. $0\frac{1}{2}$	29. $0\frac{1}{2}$
Semicollum.	22. $0\frac{1}{2}$	22. $3\frac{1}{2}$	23.	23. $1\frac{1}{2}$	23. 2	23. 5	24.	24. 2	24. 3	29. $0\frac{1}{2}$
Capitalis.	38. $2\frac{1}{2}$	39. 1	39. $4\frac{1}{2}$	40. 2	40. 5	41. $1\frac{1}{2}$	41. 4	42.	42. 2	49. 4
Ala.	18. 3	18. 4	18. $4\frac{1}{2}$	18. 5	19.	19.	19. $0\frac{1}{2}$	19. 1	19. $1\frac{1}{2}$	20. $3\frac{1}{2}$
Secunda ala.	23. 5	25. 1	26. 3	26. $1\frac{1}{2}$	28. 3	29. 2	30.	30. 4	31. $1\frac{1}{2}$	20. $3\frac{1}{2}$
Figens.	95. $2\frac{1}{2}$	95. 5	96. $1\frac{1}{2}$	96. 4	97. $0\frac{1}{2}$	97. $2\frac{1}{2}$	97. 4	98.	98. 1	103. 3
Stringens.	74. $1\frac{1}{2}$	73. 3	72. 5	72. 3	72.	71. $5\frac{1}{2}$	71. $3\frac{1}{2}$	71. 2	71. $1\frac{1}{2}$	70. 3
Latus interius.	100. 1	101. $1\frac{1}{2}$	102. $1\frac{1}{2}$	102. $1\frac{1}{2}$	104. 1	104. 5	105. 3	106. 4	106. 4	120.
Latus exterius.	120.	120.	120.	120.	120.	120.	120.	120.	120.	120.
Minor radius.	193.	227.	231.	248.	266. 4	285. 2	303. 5	323. 3	341. 1	0.
Distantia polygon.	36. 5	38.	38. $1\frac{1}{2}$	39. $2\frac{1}{2}$	40.	40. $1\frac{1}{2}$	41.	41. 3	41. 5	49. 4

Digitized by Google

IV. V. VI. VII. VIII. IX. X. XI. XII. XII. XIII. XIV.

Anguli munitionum ſecundum Marolois.

	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.	gr. m.
Angulus centri.	90	72.	60.	51. 26	45.	40.	36.	32. 22	30.	27. 31	25.43
Angulus Polyg.	90.	108.	120.	128.30	135.	140.	140.	147.16	150.	152.15	154.18
Semiang. Polyg.	45.	54.	60.	64. 15	67. 30	70.	70.	73. 38	75.	76. 7	77. 9
Angul.defenſus.	60.	69.	75.	79. 17	82. 30	85.	87.	88. 38	90.	90.	90.
Semiang. defenſ.	30.	34. 3	37. 30	39. 38	41. 15	42. 30	43. 30	44. 19	45.	45.	45.
Ang. imminutus.	15.	19. 30	22. 30	24. 38	26. 15	27. 30	28. 30	29. 21	30.	31. 40	32. 9
Ang. exterior 2. ſtringentium.	150.	141.	135.	130.43	127.30	125.	123.	121.21	120.	117.40	115.43
Angul. oppoſit. collo.	50.	50.	50.	50.	50.	50.	50.	50.	50.	50.	50.
Ang. oppoſ. alæ.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.	40.
Ang.alæ & faciei.	105.	109.30	112.30	114.37	116.20	117.30	118.30	119.19	120.	121.12	122. 9
Ang.oppoſ.faciei.	95.	86.	80.	75. 43	72. 30	70.	68.	66. 22	65.	63. 51	62. 51
Angulus oppoſit. capitali.	55.	59. 30	62. 30	64. 39	66. 15	67. 30	68. 30	69. 20	70.	71. 9	72. 9

Lineæ majorum munitionum ſecundum Marolois.

	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.	Ex. p.
Cortina.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.	72.
Facies.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.	48.
Ala.	15. 3	17. 3	19.	20. 2	21. 2	22. 1	22. $0\frac{1}{2}$	23. $3\frac{1}{12}$	24. $1\frac{1}{2}$	24. 2	24. 3
Semicollum.	18. $2\frac{1}{2}$	20. 5	22. $4\frac{1}{2}$	24. $1\frac{1}{2}$	25. 3	26. $2\frac{1}{2}$	27. 2	28. 1	29.	29.	29. 2
Secunda ala.	14. 1	22. 3	26.	27. 4	28. $4\frac{11}{12}$	29. $2\frac{1}{2}$	30.	30. $1\frac{1}{2}$	30. 3	31. $4\frac{1}{2}$	33.
Capitalis.	39. 3	41. 3	43. 1	44. 5	46.	47. 1	48.	49.	49. 5	50. $3\frac{1}{2}$	51.
Defenſio Figens.	121. 4	122.	122. 3	122. 3	122. 4	122. 5	132.	123. 1	123. 2	123. 2	123. 2
Latus interius.	108. 5	113. 5	117. 3	120. 3	122. 5	124. 5	126. $3\frac{1}{2}$	128. 1	129. 2	101. 1	102. 1
Latus extern.	164 $4\frac{1}{2}$	162. 3	160. 2	159. 1	158.	157. 2	156. 2	156. $5\frac{1}{2}$	155. 1	154. 1	152. $1\frac{1}{2}$
Diſtantia polyg.	27. $5\frac{1}{2}$	33. 3	37. 3	40. 3	42. 3	44. 2	45. 5	47.	48.	49. 1	50.
Minor radius.	77.	96. 2	117. 3	138. 3	160. $1\frac{1}{2}$	182.	204. 2	227.	249.	271. 3	293.

Anguli

Digitized by Google

IV. V. VI. VII. VIII. IX. X. XI.

Anguli munitionum ſecundum Erardum.

	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
Angulus centri.	90.	72.	60.	51. 3/7	45.	40.	36.	32. 8/11	30.
Angulus Polygon.	90.	108.	120.	128. 4/7	135.	140.	144.	147. 3/11	150.
Semiangul. Polygon.	45.	54.	60.	64. 2/7	67. 1/2	70.	72.	73. 7/11	75.
Angulus defenſus.	60.	78.	90.	90.	90.	90.	90.	90.	90.
Semiangulus defenſus.	30.	39.	45.	45.	45.	45.	45.	45.	45.
Angulus imminutus.	15.	15.	15.	19. 2/7	22. 1/2	25.	27.	28. 7/11	30.
Semiang. ſtringentium.	75.	75.	75.	75. 5/7	67. 1/2	65.	63.	61. 4/11	60.
Angulus ſtringentium.	150.	150.	150.	141. 3/5	155.	130.	126.	122. 8/11	120.
Angulus oppoſitus alæ.	105.	105.	105.	109. 2/7	112. 1/2	115.	117.	118. 7/11	120.
Angul. alæ, & cortinæ.	60.	60.	60.	51. 3/7	45.	40.	36.	32. 10/11	30.

Anguli munitionum methodi compoſitæ.

	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
Angulus centri.	90.	72.	60.	51. 3/7	45.	40.	36.	32. 8/11	30.
Angulus polygon.	90.	108.	120.	128. 4/7	135.	140.	144.	147. 3/11	150.
Angulus defenſus.	60.	69.	75.	79. 2/7	82. 1/2	85.	87.	88. 7/11	90.
Angulus imminut.	15.	19. 1/2	22. 1/2	24. 9/14	26. 1/4	27. 1/2	28. 1/2	29. 7/22	30.
Angulus humeri.	105.	109. 1/2	112. 1/2	114. 9/14	116. 1/4	117. 1/2	118. 1/2	119. 7/22	120.
Complentum humeri.	75.	70. 1/2	62. 1/2	65. 5/14	63. 3/4	62. 1/2	61. 1/2	60. 7/22	60.
Angulus defendens.	150.	141.	135.	130. 5/7	127. 1/2	125.	123.	120. 4/11	120.

Lineæ munitionum methodi compoſitæ.

	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
Radius minor.	73. 2	96.	118. 4	141. 2	164. 1	187. 1	210.	233. 1 1/2	256. 2
Latus interius.	103. 5	113. 1 1/2	118. 4	122. 4	125. 4 1/2	128.	129. 1 1/2	131. 2	132. 4
Linea capital.	43.	42.	42.	42. 1	41. 2 1/2	42. 2 1/2	43.	43. 1 1/2	43. 3
Semicollum.	16.	20. 4	23. 2	25. 4	16. 5	28.	28. 5	29. 4	30. 3
Secunda ala.	14. 5	21. 5	28. 2	32. 1/2	35. 3	37. 2 1/2	38. 5	40.	45. 5
Stringens.	117. 3	102.	95.	91. 1	88. 4	87.	85. 4 1/2	84. 4 1/2	84.
Figens.	122. 1	122. 0 1/2	121. 5	121. 4	121.	121. 3	121. 1 1/4	121. 1	121.
Productio alæ.	30. 1	34.	36. 2	38.	40. 1/2	40. 1	40. 5 1/2	41. 3	42.
Latus exterius.	164. 4	162. 3	160. 4	159. 1 1/2	150. 0 1/2	157. 1	156. 2	155. 4	155. 2
Major radius.	123.	276. 1	321. 2	367.	413. 1	459. 1 1/2	506.	552. 1	599. 2 1/2

Digitized by Google

Tabula ſectionum verticalium ſumptarum perpendiculariter ad facies.

	Pedes.				Pedes.	Pedes.
Craſſities ima horiz. valli.	54.	60.	66.	72.	78.	84.
Eriſma exterius valli.	6.	7.	$7\frac{1}{2}$.	8.	9.	9.
Eriſma interius valli.	12.	14.	15.	16.	18.	18.
Altitudo valli.	12.	14.	15.	16.	18.	18.
Craſſities ſuperior valli.	36.	39.	$43\frac{1}{2}$.	48.	51.	57.
Craſſities ima loricæ.	12.	14.	15.	18.	20.	24.
Eriſma exterius loricæ.	2.	2.	2.	2.	2.	2.
Eriſma interius loricæ.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
Altitudo exterior loricæ.	4.	4.	4.	4.	4.	4.
Altitudo interior loricæ.	6.	6.	6.	6.	6.	6.
Craſſities ſuperior loricæ.	11.	9.	12.	15.	17.	21.
Latitudo ſuppedanei.	3.	3.	3.	3.	3.	3.
Altitudo ſuppedanei.	$1\frac{1}{2}$.	$1\frac{1}{2}$.	$1\frac{1}{2}$.	$1\frac{1}{2}$.	$1\frac{1}{2}$.	$1\frac{1}{2}$.
Planities vallaris.	21.	22.	$25\frac{1}{2}$.	27.	28.	30.
Statio provallaris.	12.	15.	15.	17.	21.	21.
Lorica provallaris æqualis eſt loricæ vallari.						
Margo.	6.	6.	6.	6.	6.	6.
Foſſæ ſuperior latitudo.	72.	84.	96.	108.	120.	132.
Eriſma utrumque foſſæ.	10.	10.	10.	12.	12.	12.
Latitudo inferior foſſæ.	52.	64.	76.	84.	96.	108.
Via tecta.	12.	15.	15.	17.	21.	21.
Baſis loricæ ſuburbanæ.	60.	69.	69.	70.	74.	79.
Eriſma interius loricæ ſuburb.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
Altitudo loricæ ſuburb.	6.	6.	6.	6.	6.	6.

Tabula

Digitized by Google

Tabula ſectionis verticalis munitiuncularum.

	1. Ordo. Pedes.	2. Ordo. Pedes.	3. Ordo. Pedes.	4. Ordo. Pedes.
Craſſities ima valli.	44.	36.	24.	20.
Eriſma exterius.	6.	3	2.	2.
Eriſma interius.	8.	6.	4.	4.
Altitudo valli.	8.	6.	4.	4.
Craſſities ſuperior valli.	30.	27.	18.	14
Craſſities ima loricæ.	$16\frac{3}{4}$	13.	10.	8.
Eriſma exterius loricæ.	$3\frac{1}{4}$	2	2.	2.
Eriſma interius loricæ.	1.	1.	1.	1.
Altitudo exterior loricæ.	5.	4.	4.	4.
Altitudo interior loricæ.	6.	6.	6.	6.
Craſſities ſuperior loricæ.	12.	10.	7.	5.
Latitudo ſuppedanei.	3.	3.	3.	3.
Altitudo ſuppedanei.	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
Statio vallaris.	$10\frac{1}{4}$	11.	5.	3.
Margo.	6.	3.	3.	2.
Latitudo ſuperior foſſæ.	42.	30.	24.	16.
Profunditas foſſæ.	8.	7	6	6.

Tabula ſubtenſarum Poligoni interioris.

Pedes.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Radius.	96.	118.	141.	164.	187.	210.	233.	256.
Latus interius.	113.	118.	122.	125.	128.	129.	131.	132.
Subtenſa duorum laterum.	182.	205.	221.	232.	240.	247.	252.	256.
Subtenſa trium.			275.	303.	324.	339.	352.	362.
Subtenſa quatuor.					368.	399.	424.	444.
Subtenſa quinque.							421.	494.

Tabula ſubtenſarum Polygoni exterioris.

Radius.	118.	161.	$183\frac{1}{2}$	$206\frac{1}{2}$	$229\frac{1}{2}$	253.	270.	$299\frac{1}{2}$
Latus exterius.	162.	160.	159.	158.	157.	156.	155.	155.
Subtenſa duorum laterum.	262.	277.	287.	292.	295.	297.	298.	299.
Subtenſa trium.			357.	281.	393.	410.	417.	424.
Subtenſa quatuor.					452.	481.	502.	519.
Subtenſa quinque.							547.	579.

PROPO

Digitized by Google

Tabula ſectionum verticalium ſumptarum perpendiculariter ad facies.

	Pedes.				Pedes.	Pedes.
Craſſities ima horiz. valli.	54.	60.	66.	72.	78.	84.
Eriſma exterius valli.	6.	7.	$7\frac{1}{2}$.	8.	9.	9.
Eriſma interius valli.	12.	14.	15.	16.	18.	18.
Altitudo valli.	12.	14.	15.	16.	18.	18.
Craſſities ſuperior valli.	36.	39.	$43\frac{1}{2}$.	48.	51.	57.
Craſſities ima loricæ.	12.	14.	15.	18.	20.	24.
Eriſma exterius loricæ.	2.	2.	2.	2.	2.	2.
Eriſma interius loricæ.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
Altitudo exterior loricæ.	4.	4.	4.	4.	4.	4.
Altitudo interior loricæ.	6.	6.	6.	6.	6.	6.
Craſſities ſuperior loricæ.	11.	9.	12.	15.	17.	21.
Latitudo ſuppedanei.	3.	3.	3.	3.	3.	3.
Altitudo ſuppedanei.	$1\frac{1}{2}$.	$1\frac{1}{2}$.	$1\frac{1}{2}$.	$1\frac{1}{2}$.	$1\frac{1}{2}$.	$1\frac{1}{2}$.
Planities vallaris.	21.	22.	$25\frac{1}{2}$.	27.	28.	30.
Statio provallaris.	12.	15.	15.	17.	21.	21.
Lorica provallaris æqualis eſt loricæ vallari.						
Margo.	6.	6.	6.	6.	6.	6.
Foſſæ ſuperior latitudo.	72.	84.	96.	108.	120.	132.
Eriſma utrumque foſſæ.	10.	10.	10.	12.	12.	12.
Latitudo inferior foſſæ.	52.	64.	76.	84.	96.	108.
Via tecta.	12.	15.	15.	17.	21.	21.
Baſis loricæ ſuburbanæ.	60.	69.	69.	70.	74.	79.
Eriſma interius loricæ ſuburb.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
Altitudo loricæ ſuburb.	6.	6.	6.	6.	6.	6.

Tabula

Digitized by Google

Tabula ſectionis verticalis munitiuncularum.

	1. Ordo. Pedes.	2. Ordo. Pedes.	3. Ordo. Pedes.	4. Ordo. Pedes.
Craſſities ima valli.	44.	36.	24.	20.
Eriſma exterius.	6.	3	2.	2.
Eriſma interius.	8.	6.	4.	4.
Altitudo valli.	8.	6.	4.	4.
Craſſities ſuperior valli.	30.	27.	18.	14
Craſſities ima loricæ.	$16\frac{3}{4}$	13.	10.	8.
Eriſma exterius loricæ.	$3\frac{1}{4}$	2	2.	2.
Eriſma interius loricæ.	1.	1.	1.	1.
Altitudo exterior loricæ.	5.	4.	4.	4.
Altitudo interior loricæ.	6.	6.	6.	6.
Craſſities ſuperior loricæ.	12.	10.	7.	5.
Latitudo ſuppedanei.	3.	3.	3.	3.
Altitudo ſuppedanei.	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
Statio vallaris.	$10\frac{1}{4}$	11.	5.	3.
Margo.	6.	3.	3.	2.
Latitudo ſuperior foſſæ.	42.	30.	24.	16.
Profunditas foſſæ.	8.	7	6	6.

Tabula ſubtenſarum Poligoni interioris.

Pedes.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Radius.	96.	118.	141.	164.	187.	210.	233.	256.
Latus interius.	113.	118.	122.	125.	128.	129.	131.	132.
Subtenſa duorum laterum.	182.	205.	221.	232.	240.	247.	252.	256.
Subtenſa trium.			275.	303.	324.	339.	352.	362.
Subtenſa quatuor.					368.	399.	424.	444.
Subtenſa quinque.							421.	494.

Tabula ſubtenſarum Polygoni exterioris.

Radius.	118.	161.	$183\frac{1}{2}$	$206\frac{1}{2}$	$229\frac{1}{2}$	253.	270.	$299\frac{1}{2}$
Latus exterius.	162.	160.	159.	158.	157.	156.	155.	155.
Subtenſa duorum laterum.	262.	277.	287.	292.	295.	297.	298.	299.
Subtenſa trium.			357.	281.	393.	410.	417.	424.
Subtenſa quatuor.					452.	481.	502.	519.
Subtenſa quinque.							547.	579.

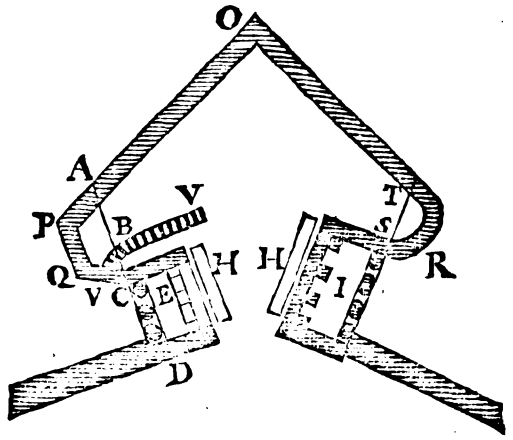
PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO XXXIV.

Alarum, & ſtationum diſpoſitio.

In omnibus ferè munitionum diagrammatibus ſupra traditis, propugnaculorum alæ ſunt ſimplices, & rectæ, quia ita ab aliquibns architectis efformantur. Quia tamen quam plurimi in hac arte periti, auriculas magnifaciunt, in iiſque multum præſidii ſe expertos aſſerunt; ideo ad earum deſcriptionem deſcendendum eſt.



Ala communiter in tres partes dividitur, quarum unam ſtationes tormentorum, unam auricula ſibi vendicat. Statio inferior E alias caza armata (*caſemate* dicebatur, eò quòd fornice tegeretur; ſed fumus eam ferè reddebat inutilem, & ipſe fornix qui facilè disjici poterat periculoſam, ideoque eum apertum relinquimus.

Ejus latitudo CD tertiam alæ partem continet, ſeu 6. exapedas, quæ duabus bombardis ſufficiunt. Retrocedit autem duabus exapedis, ut melius ab auricula tegatur. Nonnulli lineam ſemicolli interius detorquent, ut tormentum cortinæ proximum ad faciem dirigatur.

Stationis infimæ profunditas 9 aut 10 exapedas habet, tres lorica, 4 aut quinque ipſa bombardæ ſtatio & retroceſſio, duas fornix continendis inſtrumentis accommodatus ſibi vendicant.

Finis ſuperioris ſtationis H, idem eſt ac inferioris, nempe ad defendendam faciem oppoſitam, disjiciendamque vineam qua foſſor ad eam adrepit, conſtat autem ſimplici lorica 4 aut quinque pedes alta duabus aut tribus exapedis craſſa.

Humerus, & auricula ſtationes tegunt, nempè ut tormenta bellica faciem oppoſitam videant; nec tamen ab hoſtibus videantur. Conſtant autem aut quadrario lapide, aut aggeſto ceſpite, addito tamen lapideo, aut laterito muro. Ad formandum humerum, ala AD in tres partes dividitur, nempe AB, BC, CD, productaque ala, ita ut AP ſit æqualis AB, ducitur PQ parallela AC, tum linea CQ ad apicem propugnaculi oppoſiti dirigitur, atque ita habetur auricula polygona, quam plerique humerum vocant.

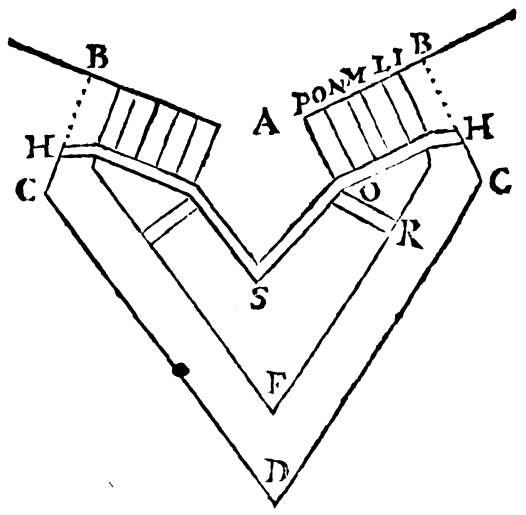
Ad formandam auriculam circularem R, ſuprà linea AC, aut ſemicirculus, aut arcus paulò minor deſcribitur.

Debet item formari gradus quibus in foſſam deſcendatur ut vides in VV, præcipuè ſi ſicca ſit foſſa, atque ita defenſio operum externorum, & eruptiones facillimæ evadunt.

PROPOSITIO XXXV.

Diſpoſitio partium propugnaculi ſecundùm mentem Comitis De Pagan.

Tria tormentorum ſuggeſta quæ Comes de Pagan, in ſingulis alis collocat, & parvum propugnaculum, quod intra majus extruit, ejus diſpoſitionem immutant. Vult igitur primò lineas ſe-

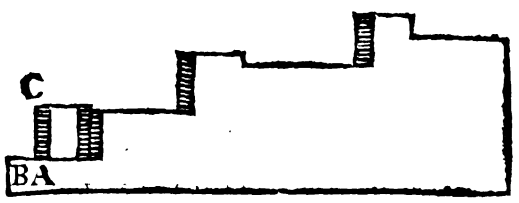


micolli 30 ut plurimum exapedarum, & alas 25 mediam partem alæ ſuggeſtis tribuit, quare eorum latidudo HB duodecim exapedarum, quatuor tormentis ſtatuendis ſufficit, hoc eſt duodecim aut tredecim in ſingulis alis.

Secundò ſemicollem AB non jacet in directum cortinæ, ſed unam lineam componit cum linea defenſionis maxima, ut tormenta bellica ad apicem oppoſiti propugnaculi dirigantur.

Tertiò lorica cujuſlibet ſtationis habet tres exapedas, ſtatio ipſa tormenti, & ſpatium ad retrocedendum quinque exapedas habet, major eſt difficultas pro ſtationum altitudine, ideoque altiora valla cogitur conſtruere.

Prima ſtatio computata lorica duodecim pedibus ſupra foſſam eminet, quæ in hoc loco profundior eſſe poteſt, ad evitandas clandeſtinas ho-



ſtium irruptiones. Quare cum foſſæ profunditas ſit pedum duodecim, hæc ſtatio 24 pedibus attolletur.

Secunda ſtatio primam, & tertia ſecundam ſuperabit, octo ſaltem pedibus tota altitudo erit 40 pedum, ab ima foſſa, detractis autem 12 pedibus profunditatis foſſæ, & 6 loricæ, altitudo valli erit 22 pedum. Poſſet item tamen ſtatio evehi ſupra vallum, ſi humilius foret. Figura ſtationum ſectionem verticalem exhibet.

PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO XXXVI.

Circa munitionis diagramma ichnographicum vallum, viam tectam, & ejus acclivitatem describere.

Lineæ ichnographicæ quas hactenus duximus, solam interiorem fossæ crepidinem exhibent cum tamen architectus totum vallum, viam tectam, & ejus acclivitatem in solo notare debeat, ad dirigendum, & prius in charta, ut omnia ordine procedant, loricæ tamen non describuntur, eò quòd in ipso vallo jam extructo excitentur. Communiter tabulis utimur quarum aliquæ valli fossæ, viæ tectæ, & ejus acclivitatis latitudinem sumptam in angulis, aliæ verò in medio cortinæ exhibent. Eâdem autem scalâ utimur, quâ totam ichnographiam perfecimus.

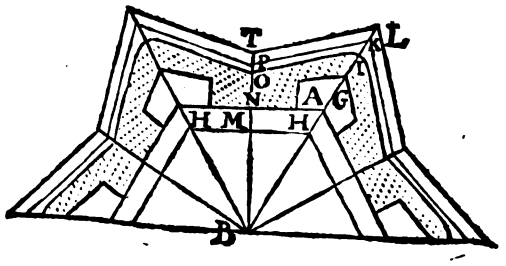
Tabula latitudinem valli, fossæ, viæ tectæ, & ejus acclivitatis exhibens secundùm angulum munitionis.

	IV. Exapedæ	V. Exap.	VI. Exap.	VII. Exap.	VIII. Exap.	IX. Exap.	X. Exap.	XI. Exap.	XII. Exap.
Vallum HA	21 1/7	18 1/2	17 1/4	16 5/9	16 2/9	15 90/91	15 7/9	15 54/96	15 1/2
Fossa GI	40	35 2/5	32 5/6	31 1/3	30 2/3	29 2/3	29	28 2/3	28 2/7
Via tecta IK	8	7	6 1/2	6 17/61	6 4/65	5 62/67	5 55/68	5 50/69	5 4/7
acclivitas KL	20	17 3/5	16 1/3	15 3/5	15 1/6	14 5/6	14 1/2	14 1/3	14 1/7

Tabula latitudinem valli, fossæ, viæ tectæ, & ejus acclivitatis exhibens, in medio cortinæ,

Vallum MN	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Fossa NO	29	26 4/9	27 5/8	28	22 1/4	22 1/2	22 1/2	22 1/2	23
Via tecta OP	4 1/9	4 1/9	4 1/2	4 1/2	4 1/2	4 1/2	4 1/2	4 1/2	4 1/2
acclivitas PT	10 1/3	10 5/9	10 7/9	11	11 1/6	11 1/4	11 1/3	11 1/2	11 1/2

Tabularum usus facilis est, ducatur ex centro munitionis diameter BAL, & linea BN, per



medium cortinæ, tum mensuræ ex tabulis decerptæ, in hujusmodi lineas transferantur. Proponatur verbi gratiâ exagonum, latitudo ejus quæ in lineis diagonalibus est exapedarum 17 1/4 introrsum notetur ex A in H, tum ducatur parallela HH. Hæc linea HH potest etiam invenire assumpta linea NM exapedarum 15.

Pro fossæ latitudine invenies in eadem tabula exapedas 32 5/6 quæ transferentur ex G in I, in secunda verò 27 5/8 quæ statues ex N in O, ducesque lineam OI. Pro via tecta in prima tabula habentur exapedæ 6 1/2 transferendæ ex I in K, & in secunda 4 1/2 transferendæ ex O in P, ducesque lineam KP.

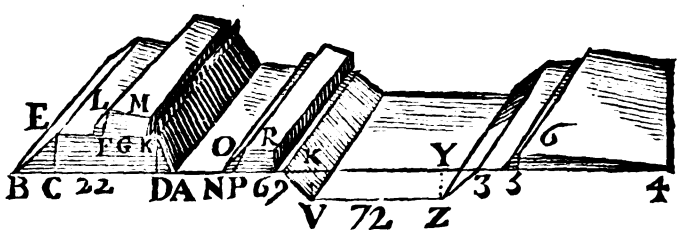
Denique pro acclivitate loricæ transferes in KL exapedas 16 1/3 & in PT 10 7/9.

Plurimi fossam circulariter describunt ante propugnaculi angulum, cujus praxis rationem in primo libro attulimus.

Alii latitudinem fossæ, viæ tectæ, & acclivitatis ejus in linea ad faciem propugnaculi perpendicularem ducunt, vallum vero in linea ad cortinam recta determinant.

PROPOSITIO XXXVII.

Munitionis ſectionem verticalem deſcribere.



Munitionis ichnographiam, ſeu ſectionem horizontalem deſcripſimus, ſeu fundamentorum veſtigia, ſupponendo ſcilicèt planum horizontale, quod totam munitionem ſecet; & in quo omnes ejus anfractus exhibeantur. Pariter fingendum eſt planum verticale in quo omnium operum altitudines videantur, nempe valli, loricæ, promuralis, cæterarumque partium. Suppono igitur conſtitutam eſſe ſcalam, in qua exapedæ & pedes ipſi ſi fieri poteſt aſſumantur, eandem nempe qua ichnographiam deſcripſiſti.

Baſis valli, margo ejus, via tecta, agri ſuburbani planitiem adæquant. Baſis valli nempe AB 9 aut 10 exapedas & ſæpe 14. adæquat, altitudo ejus EC, detracta lorica, aut profunditate foſſæ 12, aut 20 pedes habet, dum muro caret tantam non habet altitudinem, quantum dum muro aggeſta humus continetur.

Promurale computata ejus lorica 9 exapedas, & margo unicam, foſſæ latitudo 12, & ſæpe viginti, via tecta duas, tres & quatuor continet.

Baſis acclivitatis & loricæ, viæ tectæ pendet ab altitudine valli, & latitudine foſſæ. Ducatur ergo linea B3,quæ planum agri ſuburbani repræſentat, abſcindatur linea AB ſeptuaginta duorum pedum, pro baſi valli, linea BC æqualis eſt ejus altitudini, ductaque perpendiculari C E viginti verbi gratiâ pedum, jungatur BE acclivitatem interiorem exhibens.

Sit AD acclivitas exterior 10 pedum, quæ minor eſt dum vallo additur murus, erectaque perpendiculari DK, ducatur EK ut habeatur vallum CEKD, ut habeatur vigilum via abſcinditur K,5 aut 6 pedum, produciturque murus duos aut 3 pedes craſſus ad formandam loricam.

Hollandi vigilum viam non habent, eò quòd muro vallum non muniant, quare authores Hollandi, plerumque viam vigilum cum ſtatione promurali confundunt.

Baſis loricæ erit KF, octodecim pedum circiter aclivitas ejus exterior in K duorum pedum, interior in F unius, perpendicularis FL 6 pedum, & KM 4, ductaque linea LM, perfecta erit lorica. Statio promuralis AP tres exapedas continebit, & ejus lorica ſuperiorem æquabit.

Margo 69. unicam exapedam.

Lata erit foſſa 9. 3. pedes nonaginta ſex, ejus profunditas 9K, Y 3 duodecim ſi foſſa fuerit plena; ſicca verò majorem exigit, quare ductis perpendicularibus YZ, KV duodecim pedum & linea ZV, deſcripta erit foſſa 9VZ3.

Via tecta 3. 5 erit 18 pedum, acclivitas interior loricæ erit unius pedis, altitudo 6 pedum linea 54, determinans ejus acclivitatem erit 60, aut 70 pedum.

Addidi 6 tabulas omnium menſurarum, ſectionis verticalis.

Tabula

Digitized by Google

Tabula ſectionis verticalis.

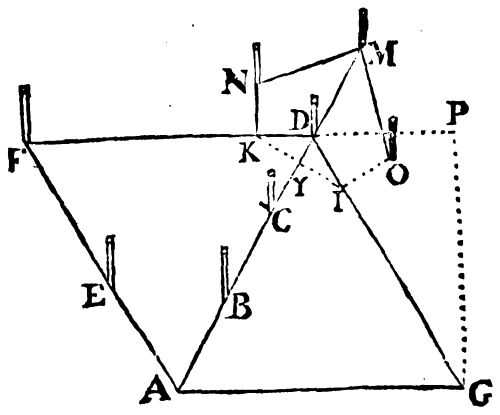
	Pedes.	Pedes.	Pedes.	Pedes.	Pedes.	Pedes.
Baſis Valli.	54	60	66	72	78	84
Exterior acclivitas.	6	7	7½	8	9	9
Interior acclivitas.	12	14	15	16	18	18
Altitudo.	12	14	15	16	18	18
Baſis loricæ.	12	14	15	18	20	24
Acclivitas interior.	2	2	2	2	2	2
Altitudo.	1	1	1	1	1	1
Exterior.	4	4	4	4	4	4
Interior.	6	6	6	6	6	6
Latitudo ſuppedanei.	3	3	3	3	3	3
Altitudo.	1½	1½	1½	1½	1½	1½
Statio vallaris.	21	22	25½	27	28	30
Statio promuralis.	12	15	15	17	19	21
Margo.	6	6	6	6	6	6
Foſſa.	72	69	84	108	120	132
Acclivitas.	10	10	10	12	12	12
Via tecta.	12	15	15	17	19	21
Baſis acclivitatis.	60	65	70	72	76	79
Acclivitas interior loricæ.	1	1	1	1	1	1
Altitudo loricæ.	6	6	6	6	6	6

Digitized by Google

PROPOSITIO XXXVIII.

Munitionem in ſolo deſcribere.

Difficilius eſt munitionem in ſolo deſcribere, quam eam in charta exarare, multique arcis diagramma exactum exhibent, qui in praxi nihil, aut parum admodum præſtare poſſunt. Hanc difficultatem hac propoſitione ſuperandam aggredior.



Suppono primò totam ichnographiam in charta exactiſſimè deſcriptam, in qua longitudinem ſingularum linearum, & angulorum quantitatem liceat intueri. Exigo ſecundò ſemicirculum in 180 gradus diviſum, chordam item, aut potius catenulam in exapedas diſtinctam. Quibus inſtrumentis inſtructus à quacumque parte poteris inchoare. Si tamen locus vacuus fuerit à cẽtro ſatius erit incipere. Infigantur duo pali B & C, qui in directum jaceant centri A, tum in linea ABC aſſumatur longitudo radii, verbi gratiâ ſit linea AD 116 exapedarum, pedum quatuor & trium digitorum, & in fine numerationis infigatur palus D. Eâdem chorda qua lineam AD dimenſus es transferatur in AF, alteraque longitudinem lateris polygoni præferens ei annectatur, cujus aliud extremum ſit in D, tenſis æqualiter chordis invenietur punctum F, ſi idem præſtes in cæteris lateribus, latus polygoni interius deſcripſeris.

Quia tamen chordæ ut plurimum ſpatia exactè non metiuntur, ſatius erit ad habendum punctum F, ſemicirculum adhibere, cujus centrum in puncto A ſtatues, obverſiſque immobilibus ejus pinnulis ad punctum D, allidadam movebis donec cum latere ſemicirculi angulum centri comprehendat, proprium poligoni propoſiti; tum collimando per allidadæ dioptras, infigatur palus E, fiatque linea AEF æqualis radio AD. Si linea DF æqualis inveniatur lateri interno ptoba eſt operatio, ſin minus erratum fuerit, corrigenduſque eſt error antequam ulterius procedatur. Ita inventis omnibus angulis polygoni interni, ſulcum ſeu foſſam duces à puncto D in F, quæ circuitum arcis repræſentet.

Si verò centrum arcis haberi non poteſt, ut plerumque accidit, eò quòd ædibus occupetur, ſemicirculus in puncto D collocandus eſt, obverſiſque pinnulis immobilibus ad punctum G removenda eſt allidada, donec cum latere inſtrumenti angulum comprehendat æqualem angulo circumferentiæ; factiſque lineis DG, DF æqualibus lateri polygoni propoſiti, invenies puncta G, & F, ſimilique methodo cætetos angulorum apices ſi in fine operationis occurrat idem punctum D à quo initium ductum eſt legitima fuit operatio.

Exarato munitionis interno ambitu ita propugnaculum deſcribes. Abſcinde hinc inde lineas ſemicolli DK, DI, ducanturque ſemicirculo perpendiculares KN, IO, pro alio.

Si A centrum munitionis patet, productâ lineâ AD habebis capitalem DM, cui tribues longitudinem ex diagrammate, vel ex tabulis depromptam vel diviſo bifariam angulo GDF, aut etiam ducta ON, & diviſa æqualiter eadem capitalis habebitur.

Vel ſine capitali, ſi duabus chordis inter ſe connexis concedas longitudinem faciebus convenientem, poſitis earum extremis in punctis N, & O, iis extenſis æqualiter punctum medium exhibebit apicem propugnaculi M.

Duces alium ſulcum, priori parallelum, qui initium valli indicet.

Tota foſſa facilè notabitur cujus margo exterior erit ferè faciebus parallela.

COROLLARIUM.

Poſſet tota munitio ſolis funibus, in ſolo notari. Verbi gratiâ triangulum ADF poſſet duobus funibus AD, AF, æqualibus radio, & tertio DF, quod latus munitionis æquaret. Alia triangula DKN, DMN, DMO, ſimiliter deſcribi poſſent. Quia autem quælibet figura rectilinea, in triangula reſolvitur, omnis munitio ſolis funibus perfici poteſt, modo tamen inter operandum, longiores, aut breviores non evadant.

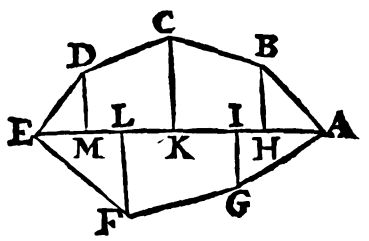
PROPOSITIO XXXIX.

Alia praxis munitionis in ſolo exarandæ, dum centrum occupatur.

Proponatur locus muniendus, quem indico exagoni capacem. Fiat exagoni ope ſcalæ alicujus in charta diagramma conveniens, cujus unum latus FD producet in P ducta perpendiculari GP. Primò ducatur in ſolo linea FD, tot exapedarum, quot in diagrammate indicantur, productaque DP ſi uni funiculo tribuas longitudinem PG, alteri verò DG, poſitis eorum extremis in punctis D & P ſi tendantur donec concurrant, exhibebunt punctum G. Ita operare in reliquis lateribus, ſi erratum non fuit occurret punctum F, à quo initium duxit operatio.

PROPOSITIO XL.

Prima praxis ſitum munitionis interius explorandi.



Hæc prima praxis munitionis excitandæ ſitum explorat, quod abſolutè neceſſarium prius quam manum operi admoveamus.

Proponatur

Digitized by Google

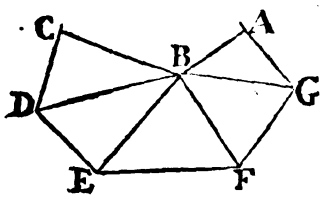
Proponatur polygonum ABCDEFG ducta per medium linea AE, ab omnibus ejus angulis ducantur perpendiculares BH,CK,DM,FL,GI, quarum menſuræ explorentur, ſicut & linearum AH, HI, IK, KL, LM, ME, quod facilè exequeris funiculo in exapedas diviſo, vel ope circini majoris lignei, vel catenula. Squadra item facilè perpendidulares ducit.

Cognita ſingularum linearum longitudine, duco in charta lineam cui tot particulas ex ſcala deſumptas tribuo, quot ſunt exapedæ in AE, eaque ſimiliter diviſa excito perpendiculares tot partium, quot ſunt in ſuis correſpondentibus exapedæ. Denique perpendicularium extremitates lineis rectis conjungo, habeturque polygonum ſimile propoſito.

PROPOSITIO XLI.

Secunda praxis munitionis ſitum interiùs explorandi.

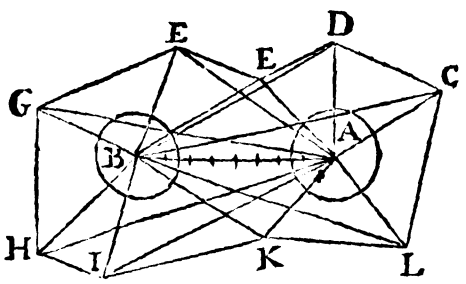
Secunda methodus ſupponit locum interius nullis ædibus implicatum, atque adeo munitionis jam extructæ idonea non eſt.



Sit ergo polygonum ABCDEFG, metire ſingula ejus latera, AB, BC, CD &c. & ſingulas diagonales BG,BF,BE,BD,ita ut totum polygonum in triangula reſolvatur. Tum in charta ducenda eſt linea tot partium ex ſcala deſumptarum, quot ſunt exapedæ in AB, ſupra quam conſtruendum eſt triangulum, triangulo ABG ſimile hoc modo. Circino aſſumo tot partes ſcalæ, quot BG continet exapedas, eoque intervallo, ex lineæ uno extremo tanquam centro deſcribo arcũ. Pariter aſſumptis tot particulis, quot ſunt exapedæ, in AG ex alio lineæ extremo deſcribo arcum qui priorem interſecet, ductis lineis ad punctum interſectionis, formatum eſt triangulo ABG ſimile, idem præſto pro ſingulis triangulis, atque ita habetur polygonum ſimile propoſito.

PROPOSITIO XLII.

Tertia praxis munitionis ſitum interiùs explorandi.



Tertia praxis ſitum munitionis in charta deſcribendi peragitur ope tabulæ ligneæ, cui charta imponitur.

Selige duas ſtationes A, & B intra munitionem deſcribendam, impone aſſerculum puncto, ita ut in charta notetur punctum ei perpendiculariter reſpondens, cui regulam mobilem dioptriſque inſtructam affiges, reſpice punctum B per pinnulas, productæque ſecundùm regulæ latus lineæ, tot partes ex ſcala deſumptas tribue quot exapedæ continentur in AB, tum collimando ad ſingulos munitionis angulos nota in charta ſingulas lineas, adhibitis etiam nonnullis characteribus vitandæ confuſionis gratiâ. Transfer exinde aſſerculum in punctum B munitionis, ita ut punctum B aſſerculi ei perpendiculariter reſpondeat, & linea BA punctum A reſpiciat, aliam regulam mobilem in puncto B affige, per quam ſingulos angulos intueberis, ductis totidem lineis, punctum concurſûs linearum ad eundem angulum pertinentium, hunc angulum in charta exhibet.

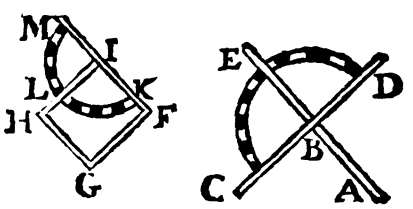
Demonſtratio hujus praxis facilis eſt, cum in charta deſcribantur triangula, omnino ſimilia, triangulis munitionis.

Circulus in 360 gradus diviſus, aut ſaltem ſemicirculus in 180 vices aſſerculo in hac praxi obtinere poteſt, modo pinnulis immobilibus, regulaque mobili pinnulas pariter præferente inſtruatur. Collocato enim ejus centro in puncto A, ſi per pinnulas immobiles ejus lateri affixas, punctum B intuearis, regulamque mobilem ad ſingulos munitionis angulos obvertas, facilè habebis quantitatem angulorum, quos regula cum linea AB comprehendit. Tranſlatoque ſemicirculo in punctum B, & obverſis pinnulis immobilibus ad punctum A, habebis angulos quos cum linea regula, ad ſingulos munitionis angulos directa, cum linea BA efficit. Tum duces in charta lineam tot partium ex ſcala deſumptarum, quot in AB continentur exapedæ, in cujus extremis eoſdem angulos efformabis, quos ope tui ſemicirculi inveniſti, concurſus linearum ad eundem munitionis angulum pertinentium eum in charta exhibet. Hac praxi chorographias, ſeu particulares locorum deſcriptiones perficimus.

PROPOSITIO XLIII.

Praxes metiendorum angulorum quos muri comprehendunt.

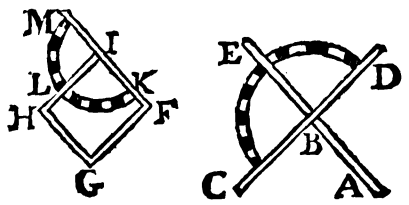
Semicirculus eſt menſura naturalis angulorum, eumque propterea in illis metiendis modo tamen id fieri poſſit, adhibemus. Attamen dum anguli à murorum ſuperficiebus comprehenſi proponuntur, vix ſemicirculo utimur, eò quòd ad eum debitè collocandum, à parte ejus aliqua muri ſoliditas eſſet pervadenda.



Ad metiendos angulos internos componi poſſet inſtrumentum, duabus regulis & ſemicirculo conſtans. Si enim duæ regulæ AB, CB, muris angulum externum ABC comprehendentibus applicentur, ſemicirculus DEC, indicabit quan-

Digitized by Google

titatem anguli DEC, cui ABC oppositus ad verticem æqualis est.



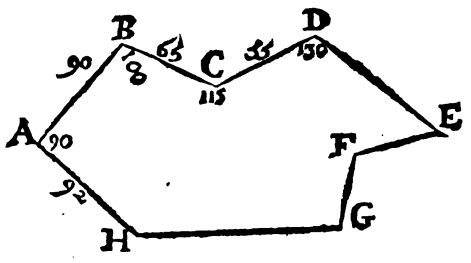
Aliud instrumentum I F G M parallelogrammi figuram præferens, angulis internis metiendis idoneum est, si enim regulæ FG, GH muris applicentur, semicirculus MLK, angulum FIL, cui FGH æqualis est (*per* 34. 1.*Eucl.*) metietur.

Regulæ proportionales huic negotio accommodatissimæ forent, si lineæ chordarum limbo regularum essent parallelæ, possunt tamen utiles esse, si aliæ regulæ muris applicentur : itaque proportionales regulæ disponantur ut lineæ chordarum muro sint parallelæ, tunc enim instrumentum angulum murorum comprehendet. Cum igitur inter usus circini proportionum præcipuus sit ut sciatur angulus, quem eius crura comprehendunt, habebis angulum murorum; si verò omni instrumento destitutus sis, ita angulum externum metieris. Duas regulas muris applica, quæ ultra muros exterius duobus aut tribus pedibus protendantur, metire item distantiam extremitatum regularum, & ex his tribus lineis triangulum construe; aut saltem triangulum simile, habebisque quantitatem anguli propositi.

Eadem praxis valet etiam pro angulis internis, si nempe regulas muris applices tum regularum longitudinem, & extremitatum distantiam metiaris, habebis enim triangulum, cui si simile construas facilè angulum quæsitum metieris.

PROPOSITIO XLIV.

Prima praxis munitionis situm exterius explorandi.



Proponatur munitio irregularis ABCD, cujus situs exterius explorandus est & in charta describendus; metire singula eius latera. Sit verbi gratia latus AB exapedarum 90, BC 65, CD 55, & ita de aliis; metire item angulum B 100 graduum, angulum C 115, & 130 & ita de reliquis.

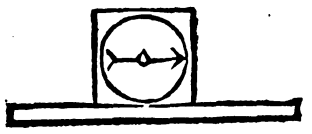
Notatis exactè hujusmodi mensuris, fiat in charta angulus æqualis angulo B unique lineæ tribue 90 exapedas virtuales, seu 90 particulas ex scala desumptas; alteri vero 65. In extremitate hujus secundæ lineæ fiat angulus 115 graduum, & lineæ sequenti 55 exapedæ virtuales concedantur, atque ita consequenter; si totum munitionis circuitum prosequaris, idemque occurrat punctum à quo ductum est operationis initium, proba erit operatio.

Demonstratio hujus praxis satis patet, nam polygonum in charta descriptum, singula habet latera, lateribus polygoni proposita proportionalia, singulosque angulos æquales : ergo simile est.

PROPOSITIO XLV.

Secunda praxis munitionis situm exterius explorandi.

Ingeniosam methodum adumbrandi in charta diagrammatis munitionis cujuscumque ope ma-



gneticæ pixidis omittere non possum, suppono autem pixidem quadratam satis magnam, in qua excavetur & describatur circulus in 360 partes dividendus, in eius centro infigatur stylus, eique imponatur aqus chalybea magneticè excitata. Pixis potest regulæ affigi, præcipuè dum circa muros scabros, & inæquales operandum est.

Usus hic erit Regulam cui affixa est pixis magnetica, singulis muris successivè applica, notato gradu circuli quem acus in singulis applicationibus indicat, metire item murorum longitudinem. Tum mensæ affige chartam, ita ut nisi peracta operatione dimoveri non possit, huic impositam pixidem ita versa donec acus magnetica ei gradui insistat, quem indicabat in prima applicatione, lineæque secundum regulam ductæ, tot virtuales exapedas tribue, quot reales in primo muro inventæ fuerant; exinde statue pixidem in extremitate hujus primæ lineæ, eamque ita detorque donec eum gradum ostendat, quem in secunda applicatione ostendebat, pariterque ductæ lineæ, secundùm regulæ longitudinem tot dabis exapedas virtuales, quot erant in secundo muro, ita singula munitionis latera prosequeris totumque diagramma absolves.

Demonstratio difficilis non est, singula diagrammatis latera, eamdem plagam respiciunt ad quam munitionis latera diriguntur : ergo illis sunt parallela, & consequenter æquales angulos comprehendunt, sunt item iis proportionalia : ergo figuræ sunt similes.

PROPOSITIO XLVI.

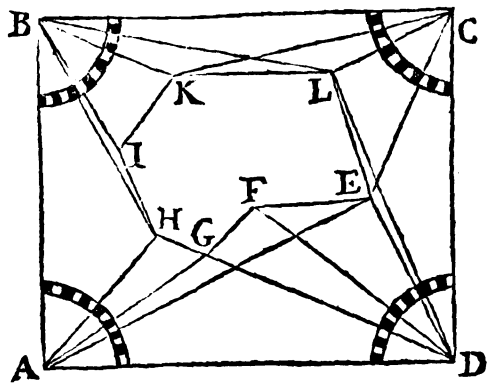
Tertia praxis situm munitionis exterius, & à longè explorandi.

Præcedentes praxes liberum ad munitionem, cujus situm exploramus liberum esse supponunt, si tamen architectus urbis obsessæ ad quam tutò accedere non potest diagramma jubetur perficere, ad hanc praxin; licet non ita exactam, ac si per otium singulas lineas metiri licuisset, recurrendum est.

Proponatur munitionis EFGHIKL diagramma perficiendum, circa eam plurimas stationes eligo ex quibus eius angulos intueri liceat, singulos nempe ex duplici statione. Sit ergo A prima statio,

B secunda

B ſecunda; collocato ſemicirculi centro in puncto A, dioptras eius immobiles ad punctum B dirigo.



Regulam obverto ad punctum E atque ita circulus indicat angulum BAE, regulam rurſus dirigo ad punctum F, ut cognoſcatur angulus BAF, exinde anguli BAG, BAH metior lineam AB, tum centro ſemicirculi in puncto B collocato, per dioptras eius immobiles punctum B intueor, & per pinnulas regulæ tertiam ſtationem C, ut innoteſcat angulus ABC: exinde ſucceſſivè regulam dirigo ad ſingulos figuræ angulos, ut metiar angulos ABL, ABK, ABI, pariter ubi menſus ſum lineam BC, colloco inſtrumentum in puncto C, ut habeam angulos BCK, BCL, BCE; Idem præſto in puncto D pro angulis CDA, CDL, CDE, CDF, CDG.

Quibus exactè notatis ita diagramma in charta perficio. Seligo utcumque punctum, quod A repreſentet, ex quo lineam duco tot partium ex ſcala deſumptarum, quot ſunt exapedæ in AB. In illius lineæ uno extremo angulos conſtruo æquales angulis BAE, BAF, BAG, BAH, & in alio extremo angulos æquales angulis ABC, ABL, ABK. Secundæ lineæ quæ lineam BC tot do exapedas virtuales quot ſunt in BC, reales invenioque in charta punctum reſpondens ſtationi C, in quo pariter eoſdem angulos conſtituo, quos in puncto C obſervavi. Idem præſto in puncto D.

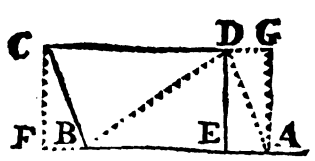
Ductis his omnibus lineis, noto puncta concurſuum linearum quæ angulos munitionis exhibent.

De Valli ſoliditate metienda.

Architectus ita diſponendam munitionem ſuſcipit, ut humus ex foſſis eruta perficiendo vallo loricæ cæteriſque operibus ſufficiat, quare utriuſque ſoliditas habenda eſt, quam ad exactiſſimos calculos revocare debet, cum operariis determinata merces, in ſingulas exapedas cubicas perſolvenda ſit. Quia tamen corpus ſolidum metiri non poſſumus, niſi prius aream ſuperficiei cujuſlibet notam habeamus, nonnullas ſuppoſitiones de planimetria communes licet præmitto.

PROPOSITIO XLVII.

Suppoſitiones de Planimetria.



Suppono primò ut habeatur area, ſeu capacitas parallelogrammi rectanguli, multiplicandam eſſe longitudinem, per latitudinem, ut ſi aula fuerit 30 pedes longa, & lata 20, ſi multiplices 30 per 20, numerus productus, ſen 600 pedes quadrati, aream hujus aulæ explebunt, hoc eſt ſexcenti lateres quadrati, unius pedis hanc aulam poterunt ſternere.

Suppono ſecundò ad habendam aream parallelogrammi rectanguli, multiplicandum eſſe unum latus per lineam perpendicularem. Proponatur verbi gratia inquirenda area parallelogrammi ABCD, baſis AB multiplicanda eſt per lineam perpendicularem DE, multiplicatio enim lineæ EF per DE, dat aream parallelogrammi rectanguli DEFC, quod æquale eſt parallelogrammo ABCD, cum baſes AB, DF æquales ſint; quare multiplicando AB, per DE producitur area parallelogrammi ABCD.

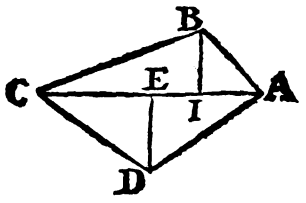
Tertiò, ad metiendum triangulum rectangulum, multiplicandum eſt unum eius latus angulum rectum comprehendens, per mediam partem alterius, verbi gratiâ ad habendam aream trianguli AED, multiplico dimidiam AE per ED, ſi enim multiplicarem totam AE per ED, produceretur parallelogrammum rectangulum AEDG; ſed triangulum eſt ſemiſſis hujus parallelogrammi: ergo multiplicando latus ED per dimidiam AE, habetur area trianguli.

Quartò, producitur area trianguli cujuſlibet, ſi multiplicetur dimidia baſis per lineam perpendicularem ab angulo oppoſito demiſſam. Ut ſi proponatur triangulum ABD, multiplica dimidiam AB, per lineam perpendicularem DE, producetur eius area. Si enim multiplicaretur tota AB per DE, habetur area totius parallelogrammi rectanguli ABCD, cujus triangulum ABD eſt ſemiſſis (*per* 41. 1. *Eucl.*) habebitur ergo area trianguli ſi dimidiam baſin multiplices per lineam perpendicularem.

Quintò, ad metiendum trapezium, cujus latera oppoſita parallela ſunt, adde ſimul hæc duo latera, & hanc ſummam multiplica per lineam perpendicularem. Ut ſi proponatur trapeſium AFCD, adde latus AF 18 pedum, & CD 12, ſumma erit triginta, & ſemiſſis 15; ſit perpendicularis DE 8 pedum, duc 15 in 8, producetur eius area 120.

Si enim AB, CD æquales ſint, multiplicatio AB per DE dat aream parallelogrammi ABCD; & multiplicatio dimidiæ baſis BF per DE exhibet triangulum CBF; ſed additis AF, & CD, & ſummâ bifariam diviſa, habetur AB & dimidia BF, ergo multiplicando dimidium aggregatum ex AF, CD per DE, habetur area trapeſii AFCD.

Denique ſi figura irregularis dividenda eſt in triangula, ſeparatim reſolvenda, ut polygonum



ABCD, dividendum eſt in triangula ABC, ADC, ductâ ſcilicet linea AC, & duabus perpendicularibus BI, DE, quas ſimul additas multiplicabis per dimidiam AC, & producetur area polygoni ABCD. Quia ut ſupra oſtendimus area cujuſlibet trianguli exurgit, ſi dimidia baſis in perpendicularem

larem ducatur, ergo habetur totius polygoni area, ſi dimidia baſis in ſummam perpendicularium ducatur.

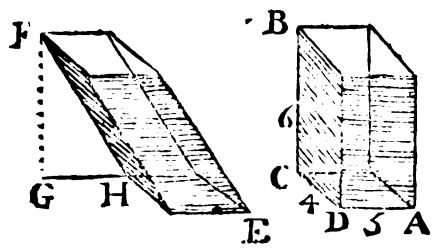
Si polygonum curvilineum fuerit, lineæ curvæ, in lineas rectas reſolvendæ ſunt, quæ à curvis inſenſibiliter aberrent.

Huic materiæ non multum inſiſto, de qua alibi uberius egi.

PROPOSITIO XLVIII.

Suppoſitiones ſtereometricæ.

Suppono ad metiendum priſma, multiplicandam eſſe eius baſin per altitudinem, ut verbi gratia priſma AB, cujus latus AD eſt quinque pe-



dum, DC 4, & altitudo B ſex, multiplicando AD per DC, ſupponendo tamen angulum ADC rectum eſſe, producitur numerus 20 nempe baſis AC, quam multiplicando per altitudinem AC 6, producetur numerus 120, pro ſoliditate priſmatis.

Si priſma inclinatum eſſet, ut EF, baſis eius E H multiplicanda eſſet per altitudinem perpendicularem F G ; nam hoc priſma inclinatum æquale demonſtratur (*in* 11. *Eucl.*) priſmati rectangulo ejuſdem baſis, & altitudinis perpendicularis.

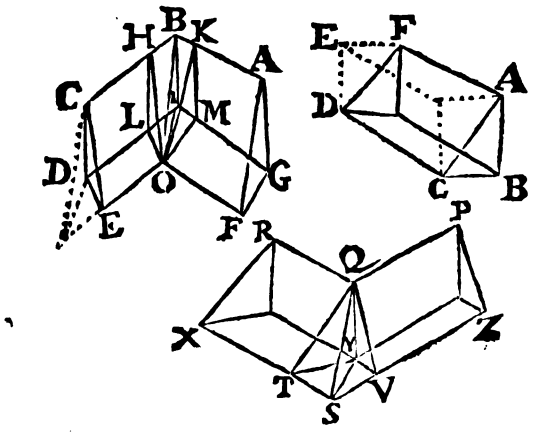
Secundò, priſmatis triangularis AD, habetur ſoliditas, ſi dimidiata baſis, per altitudinem perpendicularem AB multiplicetur ; ſi enim tota baſis BD, in altitudinem AB duceretur, exurgeret ſoliditas totius priſmatis AE, cujus priſma triangulare ABD eſt tantum ſemiſſis. Si verò inclinatum eſſet, utendum foret altitudine perpendiculari.

Tertiò, ſoliditas pyramidis habetur, ſi tertia pars baſis, per eius altitudinem perpendicularem multiplicetur, vel tota baſis per tertiam altitudinis. Si enim totam baſin, in totam altitudinem ducas, exurgit totum priſma, ſed pyramis eſt tantum tertia pars priſmatis ejuſdem baſis, & altitudinis.

Quartò, cum duo muri acclives ſibi invicem occurrentes angulum internum comprehendunt duas pyramides efficiunt, unam vero ſi angulum externum.

Quod quidem non ſatis appoſitè in plano exhibemus, clarius in materia ſolida oculis ſubjiceremus. Ut ſi ABCDEFG duos muros acclives ſibi invicem occurrentes repræſentet, verſus angulum internum ABC formantur duæ pyramides IHO, I KO, quarum apex in O. Ita ut ad metiendam ſoliditatem murorum, primò metienda ſit ſoliditas priſmatis triangularis HOEDC multiplicata baſi eius, per dimidiam altitudinum ED, eodem modo metieris priſma AGFOK, in quo nulla eſt difficultas.

Addo tamen verſùs angulum internum B formari duas pyramides, quarum prima IBHLO, baſin habet parallelogrammum IBHL, & verti-



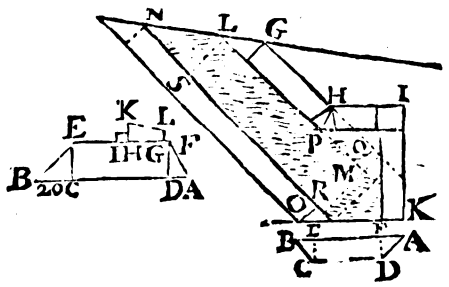
cem O. Quare ſi eius baſin I B H L per tertiam partem altitudinis OL, ſecundæ verò IBKMO habebitur ſoliditas multiplicata baſi IBKM, per tertiam partem altitudinis MO.

Denique aſſero, quod ſi duo muri acclives ſibi invicem occurrentes angulum externum comprehendunt, ut PQSZ, RQSZ unicam pyramidem QVST efficient, cujus baſis eſt parallelogrammum VYTS, & vertex punctum X, ita ut habeatur eius ſoliditas ducendo baſin VYTS per tertiam partem lineæ YQ.

PROPOSITIO XLIX.

Valli ſoliditatem metiri.

Ut habeatur ſoliditas valli, primò habenda eſt area ſectionis verticalis, nempe ſeorſim metiendo ſingulas eius partes. Ut ſi proponatur ſectio ver-



ticalis ABEF, ductis duabus perpendicularibus CE, DF, habetur figura rectangula CDEF, quæ facilè determinatur, ut ſi CD 70 pedum, per EC 20 pedum multiplices, habebis 1400 pedes quadratos pro ſectione E F D C ; quare ſi ambitum munitionis metiaris per marginem interiorem foſſæ, & per acclivitatem internam valli, eoſque ambitus ſimul additos bifariam dividas, habebis ambitum medium, per quem ſi ſectionis verticalis aream multiplices habebis ſoliditatem valli, non computatis eius acclivitatibus.

Quia tamen plerumque propugnacula plena ſunt, ſufficiet ſectionem verticalem valli per longitudinem Cortinæ multiplicare.

Pro acclivitate interna valli, habenda eſt area, eius ſectionis verticalis, & cum ſit triangularis, dimidia baſis, nempe 10 per eius altitudinem perpendicularem 20 multiplicanda eſt, ejuſque area erit 400, quæ iterum in longitudinem Cortinæ ducenda eſt.

Acclivitas exterior quæ modica eſt dum vallum muro veſtitur eodem modo metienda eſt, nempe

area

Digitized by Google

area ſectionis ejus verticalis, per ſummam omnium cortinarum multiplicanda eſt.

Sequitur ſoliditas ſuppedanei, quam ut habeas metienda eſt area ſectionis ejus verticalis. Latitudo tres pedes, altitudo pedem cum dimidio obtinet, quæ ſi invicem multiplices, exurget area 4 pedum cum dimidio, quam per aggregatum cortinarum iterum multiplicabis.

Loricæ altitudo interior eſt 6 pedum exterior 4. media altitudo 5, craſſities 20 pedum; quare area ſectionis verticalis, erit 100 pedum quadratorum, quos multiplicabis per aggregatum omnium cortinarum, debet item haberi ratio acclivitatis tam interioris, quam exterioris.

Sume Aream ſuperiorem propugnaculi, quæ cum polygona ſit, in triangula dividenda eſt, hanc multiplica per ejus altitudinem, habebiſque ſoliditatem propugnaculi excepta ejus acclivitate, quæ facilè innoteſcet, cognita ſcilicet ejus ſectione verticali, quæ triangulari, eaque in longitudinem facierum & alarum ducta, additis tamen duabus pyramidibus, quæ in angulis humeri formantur, & tertia quæ in angulo defenſo exurgit.

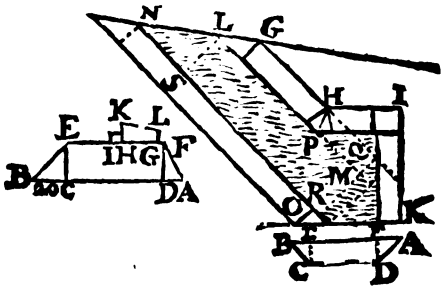
Aliquid detrahendum eſt pro inferioribus tormentorum ſtationibus, quæ ad reliquam propugnaculi altitudinem non aſſurgunt, aliquid pro portis.

Lorica viæ tectæ facilè habetur, & primò quidem area ſectionis ejus verticalis multiplicando dimidiam ejus baſin, per altitudinem cognoſcitur, & productum ducendo in ambitum. Debet ratio haberi angulorum internorum, & externorum propter pyramides quæ inibi formantur ut dixi.

PROPOSITIO L.

Foſſarum capacitatem metiri.

Ut facilè cognoſcatur foſſæ capacitas, ſeparandæ ſunt ejus acclivitates, notandumque præterea, angulos externos reſpectu valli, evadere externos reſpectu foſſæ, & viciſſim. Verbi gratiâ angulus defenſus ſeu propugnaculi externus eſt reſpectu valli, unicamque pyramidem habet, idem reſpectu foſſæ internus eſt, duplicemque exhibet pyramidem. Idem dico de angulo humeri. E contra angulus cortinæ & alæ internus eſt reſpectu valli, ſed in ordine ad foſſam ut externus habendus eſt.



Suppono haberi ſectionem verticalem foſſæ, nempe ABCD, in qua ſcilicet profunditas ejus, & acclivitates notentur, nempe perpendiculariter ad facies propugnaculorum; ductis perpendicularibus DF, CE, ſubtraho duas acclivitates, atque ita latitudo ima foſſæ erit verbi gratiâ 64 pedum, & profunditas CE 12, quare multipli-

cando 64 per 12, exurget ſectio verticalis CDFE 768 pedum quadratorum. Supponamus item ſemipropugnaculum GHI, & ſemicortinam IH, Acclivitas valli erit LM, parallela faciei GH, acclivitas exterior foſſæ erit S R. Produco lineam LM ductiſque duabus perpendicularibus LS, MO, metior in diagrammate lineam LM, quæ erit verbi gratiâ 60 exapedarum, ſeu 360 pedum, per quos multiplico 768, invenioque 276480 pedes cubicos. Exapeda autem pedes cubicos 216 continet, quare dividendo 276480 per 216, invenio 1284 exapedas cubicas cum 136 pedibus. Metior. 2° triangula LSN, MKO, PQK, eaque multiplico per 12 foſſæ profunditatem. 3° ut habeatur foſſæ declivitas exterior metiendum eſt ſectionis verticalis triangulum EBC, multiplicando EC 12 per 6 medietatem lineæ EB. Exinde multiplicando productum per NR habetur ejus ſoliditas. Notandum tamen verſus R, exurgere duplicem pyramidem, propter angulum internum reſpectu foſſæ.

Ut habeatur declivitas interior foſſæ, triangulum ADF 72 pedum quadratorum multiplicandum eſt per faciem GH, exapedarum 48, ſeu pedum, vel 288 pedum, exinde per alam HI 20 exapedarum, ſeu 120 pedum, & per ſemicortinam IK 36 exapedarum, ſeu pedum, ſeu 116 pedum. Addenda erit duplex pyramis in P, & ſimplex in puncto Q. Optimum eſt, aliquibus figuris imaginationem fingere, ne aliquis error committatur.

PROPOSITIO LI.

De muris.

Plurimi vallum ſimplex, aggeſta humo conſtans, præferunt vallo muris veſtito, in muros enim utpote magis reſiſtentes, majorem impreſſionem faciunt tormenta bellica, aut cuniculi eoſque facilius disjiciunt, diſſilientes lapides propugnatores lædunt, & rudera foſſam implent. Adde quod præter expenſas quæ in iis excitandis fiunt, vix ac ne vix quidem refici poſſunt, ut valla ſimplicia.

Hujus exemplum celebre habemus in obſidione Philisburgenſi, anni 1676, tormenta enim bellica labem quadraginta ferè exapedarum, intra duos dies muris intulerunt.

Ex alia verò parte valla muris deſtituta, mollem habent acclivitatem, ne humus aggeſta diffluat, atque adeò facilem præbent aſcenſum.

Secundò ad tantam altitudinem evehi non poſſunt, ideoque clandeſtinis impreſſionibus ſunt obnoxia.

Tertiò vix auriculæ, & ſtationes inferiores in iis extruuntur.

Quartò pluvia aggeſtam humum, ita diluit ut diffluat, ideoque continuò ferè refici debent. Quare licet audiverim peritos in hac arte valla ſimplicia aliis præferentes; ſatius videtur, ut valla ex humo aggeſtâ componantur, murus tamen ſive lapideus, ſive lateritius utiliſſimus eſt.

Valla ante excitanda ſunt, quam muri extruantur.

Primò quia cum ex foſſa eruatur humus ad vallum componendum, facilior eſt tranſvectio dum murus deeſt.

Secundò quia ſi aggeſta humus, non quieſcat

Digitized by Google

per tres aut quatuor annos, ita ſolet muros impellere, aut eos disjiciat.

Hic murus diverſam exigit craſſitiem pro variis circumſtantiis, variaque terræ quam ſuſtentat qualitate. Pinguior humus ſatis cohæret, atque adeo muro tam craſſo non eget ac ſicca, ſeu arenoſa. Nonnulli imò muro craſſitiem quæ octavam, aut nonam partem altitudinis adæquet tribuunt. Debet murus eſſe moderatè acclivis, ſi enim acclivitate careat humum non ſatis ſuſtinet, faciléque disjicitur, ſi verò mollis fuerit acclivitas, facilem reddit aſcenſum.

Acclivitas valli ſimplicis, ſeu ut vocant non veſtiti, mediam partem altitudinis, aut ſaltem duas quintas exigit. Acclivitas muri tanta non eſt, nonamque tantum partem altitudinis requirit; ſeu ut muri craſſities uno pede decreſcat, dum octo, aut novem pedibus attollitur.

Murus lapideus eſſe poteſt, lateritius præfertur, eò quòd materia conſtet ita molli ut tormenti bellici globus, eum facilè pervadat, neque tamen disjiciat, aut labem inferat majorem. Nonnulli volunt ut lapides prius per duos annos indureſcant, priuſquam in murum compingantur, hæc tamen cautio univerſalis non eſt.

Nonnulli murum immò totum vallum ex tignis majoribus extruunt, nempe ut ordo ligneus adhibeatur, exinde humus aggeratur, aſſeruntque vallum hujuſmodi, nec incendi nec cuniculis ſuffodi poſſe, expenſiſque parcitur dum ſilvæ & nemora vicina ſunt. Muris adduntur interius fulcra, ut robuſtiores evadant, humumque melius ſuſtentent. Corona quæ communiter additur circa baſin loricæ ornatum quidem inutilem addit, & nocivum, eſt enim nota, qua hoſtis altitudinem loricæ disjiciendæ metitur, ut ad eam collimet.

Evehitur murus ad 4 aut 5 pedes ultra altitudinem valli, ut ſit inſtar loricæ reſpectu viæ vigilum *le chemin des rondes.*

PROPOSITIO LII.

De fundamentis.

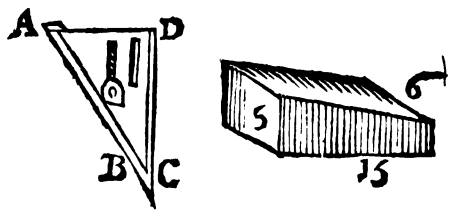
Non tantum murus, ſed ipſum etiam vallum ſi ſolum molle fuerit fundamento indiget, alioquin periculum erit ne totum opus diffluat. Hæc autem fundamenta variè componi poſſunt, primò quidem eruitur humus ad 5 aut 6 pedes infixiſque palis, quercinis, aut *caſtaneis*; ita ut intervalla majora non ſint ipſis palis; capita autem inſertis lapidibus firmantur. In ſolo uliginoſo præter palos fiant cancelli lignei, quibus palorum capita clavis trabalibus infigantur. In ſolo arenoſo fundamenta ad majorem profunditatem effodiuntur aſſeribuſque craſſis ſternuntur.

Firmiſſima fundamenta, ſunt ea quæ Lugduni uſurpantur, ubi egeſta eſt humus mobilis, foſſæ calce recens diluta, arena & calculis impletur, quæ ita cohærent ut lapideſcant. Quod ex calcis qualitate provenit.

PROPOSITIO LIII.

De valli fabrica.

De figura & altitudine vallorum locutus ſum, quare reſtat ut de eorum fabrica aliquid dicam. Excitantur valla æſtate, dum humus ſicca eſt. Argilla ſubcinericia aut humus uliginoſa maximè idonea eſt, eò quòd meliùs cohæreat, atque adeo tantam acclivitatem non exigit, herbam item producit quæ multùm firmitatis addit, Humus autem arenoſa facilius difluit.



Exterior valli ſuperficies ferè tota ceſpitibus conſtat, ceſpitis autem figura cuneum refert cujus longitudo eſt quindecim digitorum, latitudo ſex, maxima craſſities quæ ſemper ad exteriora vergit, quinque.

In ſingulos altitudinis pedes inſeruntur rami ſilignei (*de ſaule*) uno digito craſſi, & horizontaliter diſponuntur. Comprimitur humus, ita ut ſinguli pedes, ad ſeptem aut octo digitos reducantur, madefit etiam nonnihil ut melius cohæreat.

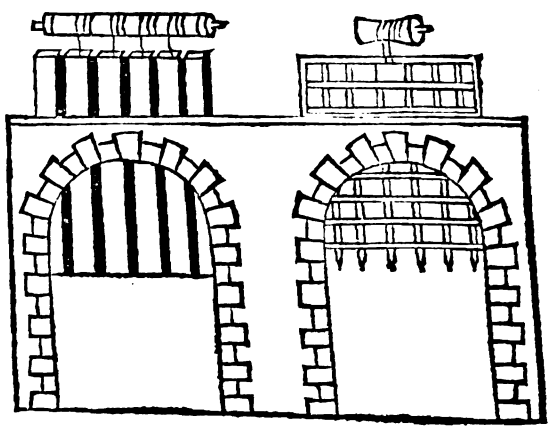
Avena item, & gramina ſeminantur, ſupra loricam, & ſupra ſtationem vallarem, quæ nonnihil interius declivis eſt, ut aqua difluat.

Acclivitates uniformes eſſe debent; quare inſtrumentum ABCD uſurpatur, quod acclivitatis figuram prefert, linea fiduciæ, cui perpendiculum debet inſiſtere parallela eſt ejus lateri. Uſus facillimus eſt, ita enim applicatur acclivitati, ut illi reſpondeat, & perpendiculum inſiſtat lineæ fiduciæ. Poſſent item adhiberi aſſerculi, ut opus melius procederet.

Loricæ eâdem materiâ conſtant, habentque in parte ſuperiori aliquam acclivitatem.

PROPOSITIO LIV.

De portis.

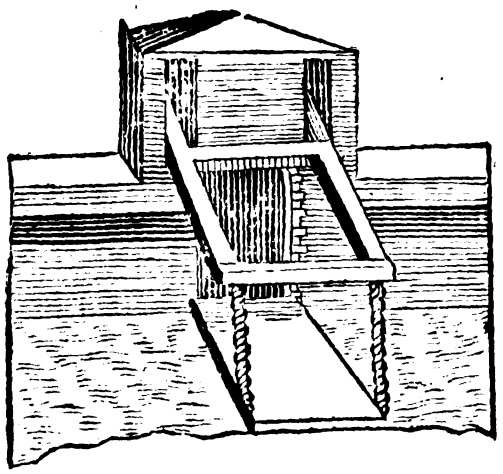


Portæ communiter in medio cortinarum collocantur, ut utroque propugnaculo defendantur, adde quod foſſa eo in loco latior eſt, & capax alicujus munitionis quæ portæ poteſt objici.

Latitudo

Digitized by Google

Latitudo portæ communiter decem, aut 12 pedes obtinet, altitudo quindecim, fornice tecta erit, & in lapidibus fissura, ut inseratur cataracta. Nonnulli trabes separatas adhibent eò quòd facilè cataracta tota sisti, aut insititio tormento disrumpi possit.



Sublicii pontes variè componentur; longitudo, & latitudo portam quam claudunt adæquant. Brachiorum crassities erit 8 aut 9 digitorum.

Axilla autem seu humerus circa quem circumvolvuntur 14, aut 15 sagittæ duplicem portæ altitudinem æquabunt. Quadratum interius decussatis tignis formabitur.

Pontes fiunt ante portas, *pilæ* quidem lapideæ sunt; sed tabulata lignea sunt, ut resecentur dum dum, & pons sublicius eum in duas partes dividens extruatur. Alter in extremitate pontis statuitur, cum repagulis & hirsuta trabe volubili.

Parmula quæ portam tegit simplex non est; sed alas habet, ut in alis potius quam in faciebus aperiatur.

PROPOSITIO LV.

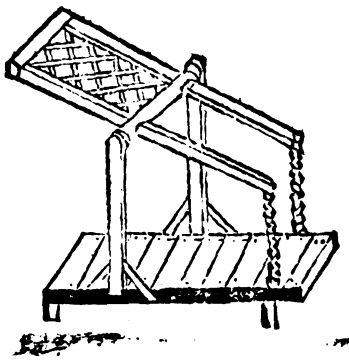
De vicorum ordine intra munitionem.

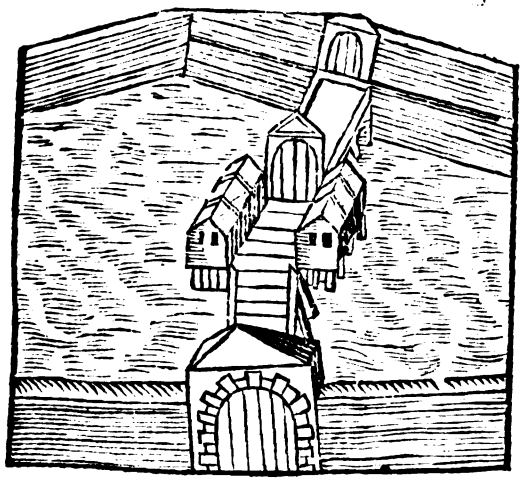
In munitionibus quibuscumque potius ratio habetur militarium muniorum, quam ædium & habitationis, ideoque platea, & vici quartam ejus partem obtinent. Majores vici quibus itur ad propugnacula 6 exapedas latæ sunt, minores tres tantum, quæ circa vallum decem, eò quòd in iis congregentur milites, & sæpè novis resciſſionibus spatium concedant cum labes vallo inflicta est. Armorum Platea quæ in centro arcis numero militum respondet. Singula propugnacula videntur exigere 400 propugnatores. Ut autem aliquid circa ejus magnitudinem determinemus, singuli milites in latum tres pedes, in longum septem occupant, dum iter faciunt: dum ordinantur 3 in latum, & tres in longum. Atque adeo in quadrato cujus unum latum est 40 exapedarum, 3000 milites possunt in ordines suos digeri. Si hæc platea pentagona fuerit satis ampla censebitur, si ejus uni lateri 18 aut 20 exapedæ concedantur.

Stationes militum fornicibus teguntur. Maxima statuitur in platea armorum, minores in portis, & pontibus; uno aut altero camino instruuntur, & theatro, ut in eo dormiant milites.

Apothecæ communes in vicis vicinioribus vallo collocantur, sed pulveris pyrii apotheca, in locis remotioribus; immò plurimæ esse debent, ne in eodem loco totus recondatur.

Si milites apud cives non degunt, suas habent casas prope vallum. Alia requisita ad instruendam munitionem, ut pistrina, furni, putei, fontes, explicatione non indigent.





PROPOSITIO LVI.

De Aggeribus (Cavaliers.)

Aggerum quæ ad tegendam aliquam munitionis partem excitantur, altitudo, potest excurrere à 9 pedibus ad 18. Communiter quidem in secunda ala statuuntur, dum verò alicui colli opponuntur, in eo loco collocantur in quo necessitas exigit. Eorum figura est circularis, ovalis, altera parte longior: crassities vallum adæquat, latitudo capax est trium aut quatuor tormentorum bellicorum.

Dum muro vestiuntur dissilientes muri eos lædunt, qui in vallo consistunt, quare murus posset non ultra loricam evehi, cæteræque partes sola aggesta humo constare, quæ non defluet, cum & maximam declivitatem habere possit, & in modicam altitudinem attollatur.

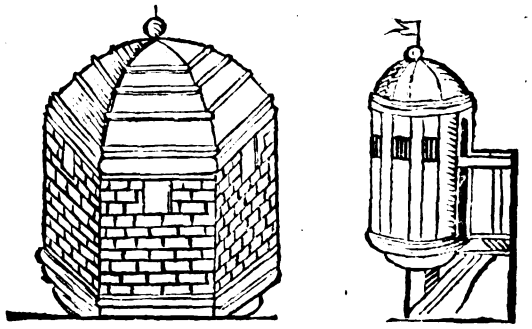
res feret latitudo pontium 14 aut 15 pedes exigit. Minus alti esse debent, quam sit planities agri suburbani, ne ab hostibus videantur, propterea-que nonnihil obliquè detorquentur.

Cum ante pontem nulla parmula statuitur, in medio latitudinem majorem habet, ut statio custo-

PROPOSITIO LVII.

De ſpeculis.

Speculæ ſunt parvæ turres, quæ in angulo propugnaculi excitantur, ut in iis miles unus, aut alter vigilias (*ſentinelle,*) agat, lapideæ ſunt, dum vallum muro inſtruitur, aut ligneæ dum ſola aggeſta humo conſtat; muri, aut parietes reſiſtere debent globis majoris ſclopeti. Quare ſpeculæ lignæ communiter ex quercu conſtant. Poſſet aggeſta humus inter duos aſſeres interſeri.



ARCHITECTURÆ MILITARIS

LIBER TERTIVS.

De operibus externis.

HACTENVS partes eſſentiales, quæ in nulla munitione deeſſe poſſunt, enucleavimus. Explicanda ſuſcipimus in hoc libro opera externa, ſeu partes accidentales quas nonnunquam addimus ut peculiari modo loca infirmiora tueamur, vel ut collem aliquem præoccupemus, è quo damnum poſſet munitioni noſtræ inferri. Nonnulla hujuſmodi opera non recedunt longius, ſed ferè in ipſa foſſa, cortinas aut propugnacula tegunt. Alia verò in hoſtem feruntur, eiuſque & primum ſiſtunt impetum, crebriſque eruptionibus fatigant. Primus ordo parmulas continet caſſides ſeu lunulas, exteriora valla. Secundus cornuta, coronata, forcipulas tranſverſas. De his ordine dicendam eſt.

PROPOSITIO I.

Opera externa cum emolumento, munitionibus adduntur.

Moveri poteſt hæc quæſtio generalis, an opera externa majus damnum inferant munitioni, ſeu obſeſſis, quàm præſidium. Multa in utramque partem proferuntur, pleriſque ea probantibus, nonnullis rejicientibus, quorum hæ ſunt rationes.

Prima. Obſeſſorum vires his operibus defendendis nimis diſtrahuntur, ideoque difficile non erit hoſti numeroſo ſingula ſeparatim invadere, & propugnatores opprimere.

2. Cum hæc opera qua parte urbem ſpectant aperta ſint, facilè à tergo invaduntur, & expugnantur. Ita vidimus in Belgio, & Hollandia, omnia opera externa primo congreſſu, non ſine obſeſſorum magna ſtrage expugnata fuiſſe.

3. Ab omnibus meritò rejiciuntur propugnacula ſeparata, eò quòd vix ac ne vix quidem defendantur, propter difficultatem tranſmittendæ foſſæ, præcipuè ſi plena ſit, mittendique auxilii. Sic ſuperioribus bellis vidimus in Belgio expugnatas parmulas eò quòd periculoſus eſſet tranſitus pontibus aut naviculis, nec qui in vallo ſtarent commilitonibus ſuis fruſtra opem inclamantibus præſtò eſſe poſſent. Quid ſunt autem opera externa niſi propugnacula ſeparata.

4 Hæc opera externa ab hoſtibus occupata damnum inferunt obſeſſis, cum locum & materiem excitandis tormentorum ſuggeſtis, ſeu tribunalibus ſuppeditent. Ita Parmula à Turcis occupata, ruinam Famaguſtæ & Albæ Regali intulit, tormentis inde quaſi è ſuperiori loco detonantibus.

5. Opera externa ſunt parmulæ, vel caſſides ſeu Lunulæ propugnaculorum angulis objectæ vel cornuta, & coronata, alia enim ad hæc revocantur parmulæ inutiliter cortinam tutantur, hinc inde propugnaculis jam defenſam. Lunulæ ſeu caſſides propugnaculorum angulis objectæ à pleriſque rejiciuntur, ſaltem ſi ſolæ adhibeantur, eò quòd non ſatis defendantur, quòd ultra majoris ſclopi jactum diſtent ab ala, à qua ſuam defenſionem hauriunt. Cornuta verò, & coronata cortina & propugnaculis conſtant, quæ ex principali vallo non videntur, contra regulam generalem operum externorum, quæ jubet, ut tam interius, quàm exterius pateant.

Quamvis hæ rationes ſatis validæ ſint dico tamen, opera externa utilia eſſe, cum galearum & clypeorum vices obeant, nec alia videatur moveri quæſtio, quam hæc an galea, & clypeo armandus ſit miles.

Prima ratio ſit experientia, quæ oſtendit in operibus externis expugnandis multùm temporis inſumi, ſi benè defendantur. Dogen exemplum Spinolæ proponit, cui Breda tanto tempore reſtitit,

Digitized by Google

ſtitit, præcipuè propter opera externa. Nonne ſolent obſeſſi dum ſuppetit præſidiariorum numerus trencheis ut vocant, contrariiſque lineis ad hoſtes accedere ut eorum opera remorentur. Id autem commodius & tutius præſtatur per opera externa, non tumultuariò ſed per otium, in pace, & ex arte extructa.

Secundò nullus eſt dubii locus, quin ſi duplici vallo munitio noſtra cingeretur, duplicique foſſa, robuſtior evaderet, ſed opera externa majoris ſit momenti quam ſecundum vallum, quod primum inutile redderet, & ſemel occupatum hoſtes tegeret, quod operibus externis non accidit, quæ ita diſponuntur ut primo vallo non officiant, atque hæc eſt vera ratio, cur potius opera externa, quam novum vallum excitetur.

Fateor quidem diſtrahi obſeſſorum vires, in operibus externis nimis multis, & amplis defendendis, ideoque hæc excitari non debent temerè & ſine conſilio; ſed præſidiariorum numerus examinandus eſt, an nempe ad illa commodè tuenda ſufficiat.

Aliquando accidit ut opera externa primo impetu fuerint occupata, nihil tamen inde concluditur, cum etiam arces, & propugnacula eodem modo fuerint expugnata.

Verum item eſt opera externa qua parte urbem ſpectant aperta eſſe, & aditum hoſtibus præbere, repagula tamen & infixi pali huic incommodo occurrunt. Adde quod id nunquam hoſtis tentat, quin maximam cladem patiatur.

Præcipua ratio ex comparatione cum propugnaculis ſeparatis ducitur, quæ ab omnibus rejiciuntur propter difficultatem auxilii. Reſpondeo hunc defectum ferri non poſſe in parte eſſentiali, quâ ſemel occupata, nullus reſtat perfugii locus; At in parte accidentali, & minus præcipua non valet eadem ratio.

Ad id quod dicitur, opera externa occupata nocere obſeſſis, id quidem facilè conceſſerim, ſed ipſa propugnacula ſi ab hoſtibus occupentur nociva ſunt, non tamen ab ullo propterea rejiciuntur. Dicam tamen opera externa etiam occupata non tamen hoſtibus tam magno eſſe emolumento. Et primò quidem quod ſpectat ad materiem, hæc facilius, & minori diſpendio aliunde comportari poſſet, quam hæc opera externa expugnari. Adde quod cuniculis disjici facilè poſſunt & intra propriam foſſam obrui.

Ut verò reſpondeam pro ſingulis operibus externis; Dico parmulas ante cortinam adhiberi, non ad eam ſed potius ad alam tegendam, & faciem defendendam, quæ impugnari non poteſt; niſi parmula expugnata. Caſſides verò lunatæ nunquam ſolæ adhibentur, ſed tantum cum parmula, aut cum cornuto à quo defenduntur.

Cornuta, & coronata non tantum utilia ſunt, ſed ſæpe neceſſaria, ad præoccupandum locum altiorem, in quo hoſtis ſua tormenta bellica collocaret, urbemque tormentis bellicis fatigaret; quamvis autem habeant cortinam, & propugnacula, quorum facies, & alæ è principali vallo non videntur, non propterea ei multum nocebunt, ſi ab hoſtibus inſideantur, propter nimiam diſtantiam.

Denique hæc opera externa ita eruptionibus ſunt accommodata, ut ab obſeſſoribus præcaveri non poſſint.

PROPOSITIO II.

Regulæ gererales operum externorum.

1 Foſſa ſicca, non tam parmulis, & lunatis caſſidibus eget, quam aquis plena, eò quòd reſciſſionum ſit capax, poſſitque in ea, in ſingulos paſſus hoſtibus mora injici.

2. Nunquam lunata caſſi: propugnaculi angulo objicitur, quin valida parmula, aut cornuto defendatur.

3. Cornutum; aut coronatum cuilibet munitioni addi poteſt.

4. Opera externa nulli colli ſubjecta eſſe debent. Cum enim vallo humiliori cingantur, collis vicinus ita iis dominabitur, ut propugnatores tuti non ſint?

5. Opera externa directè è principali vallo detegantur, & videantur.

6. Opera externa fiant valida, ſatius eſt enim habere pauca multorumque propugnatorum capacia, quam multa minora, quæ parum reſiſtant, nimiumque vires civium diſtrahantur.

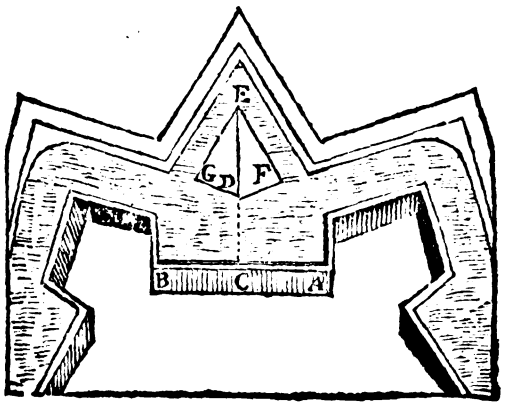
7. Valla & loricæ operum externorum tormentis bellicis debent reſiſtere, qua verò parte arcem ſpectant aperta ſint, ne iis abutatur hoſtis.

8. Ad reddendos irritos cuniculos nonnulli putei effodiuntur, poſſent item parati cuniculi, quibus facilè in foſſam disjiciantur, ſi fortè ab hoſtibus occupentur.

PROPOSITIO III.

De parmulis.

Parmula eſt moles à principali vallo ſeparata, duabus ſaltem faciebus conſtans, ultra foſſam cor-



tinæ objecta. Eius figura triangularis ſatis ex definitione patet, cum fiat communiter in formam canterii, duabus eius faciebus in angulum coëuntibus. Vallum earum humilius eſt vallo principali, lorica paulò altior, & feneſtellis aperta, ſi collocanda ſint tormenta bellica.

Parmula quæ portam arcis tegit, duabus aliis inſtruitur, ut in earum altera fiat porta, potiùs quam in facie.

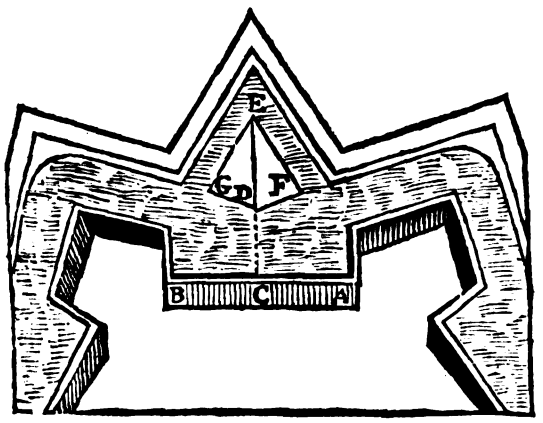
1. Eriguntur parmulæ ut tegantur portæ, & pontes, qui communiter in medio cortinarum collocantur.

2. Ut defendantur propugnacula, nimis ab invicem

Digitized by Google

vicem remota, hoc eſt ut ita corrigatur defectus nimiæ diſtantiæ.

3. Ad defendendas lunatas caſſides, ante angulum propugnaculi munitas.



4. Ut quâ parte munitio infirmior eſt, ea præcipuè roboretur.

5. Præcipuè ut propugnaculorum alæ tegantur, ita ut impugnari non poſſint niſi ex angulo oppoſiti propugnaculi.

In parmularum conſtructione hæ communiter regulæ obſervantur.

1. Ne anguli defenſi parmularum minores ſint gradibus 60, nec majores 90 ne ſcilicet infirmiores ſint, aut non ſatis defendantur.

2. Optimæ ſunt parmulæ quarum ſtringentes deſinunt in extremitates cortinæ; ſic enim etiam à tota ala defenduntur. Communiter tamen parmularum ſtringentes deſinunt in angulum humeri, & conſequenter defenſionem perpendicularem hauriunt ex facie propugnaculi, in qua tormenta collocentur, quæ foſſam parmulæ directè tutentur.

3. Capitalis parmulæ bifariam & perpendiculariter, ſecat cortinam in neutram partem inclinando, atque ita utraque eius facies æqualiter defendatur.

4. Parmulæ cortinis objiciuntur, ab iiſque ita ſeparantur, ut alæ propugnaculorum pone parmulam facies defendant, quod non poſſent ſi parmulæ cortinis adhærerent, ſed alæ redderentur inutiles, totaque munitio ſtellulæ figuram indueret; quæ eſt peſſima methodus muniendi, & munitiunculæ minoris momenti accommodata.

5. Cortina longior loco parmulæ commodè admittit propugnaculum planum, modò ſtringentes propugnaculorum, ad illud dirigantur.

Nonnulli in tali caſu duas parmulas cortinâ conjungunt, quod probare non poſſum eò quòd hæc cortina principali parallela, ex principali vallo detegi non poſſet, foretque inſtar loricæ hoſtibus ad impugnandam urbem.

PROPOSITIO IV.

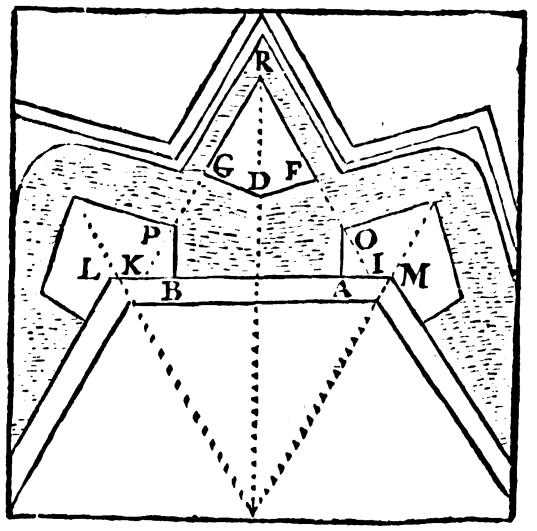
Praxis parmularum.

Vide figuram præcedentem.

Proponatur extruenda parmula ante cortinam AB; hanc bifariam divide in puncto C & in perpendiculari CD, ultra foſſam abſcindet capitalem DE, quæ aut mediam aut duas tertias, aut etiam tres quadrantes faciei propugnaculi contineat, nempe 24, 32, aut 36 exapedas. Ducantur exinde lineæ EA, EB habebiſque parmulam à tota ala defenſam.

Alia praxis determinatâ capitali DE fiant anguli DEG, DEF ſinguli 30 graduum, modò lineæ EG, EF productæ, in aliquod cortinæ, aut alæ punctum incurrant.

Tertia praxis. Pes circini aperti ſecundum cortinam AB, ſtatuatur in A & B, deſcribanturque duo arcus in puncto E, ductiſque lineis EGB, EFA, uſque ad crepidinem foſſæ in G & F, habebiturque parmula.



Quarta praxis dividit bifariam in K & I ſemicolla BL, AM, ducitque lineas KPR, IOR ſe interſecantes in puncto R, ductâ foſſæ crepidine determinata erit parmula.

Quinta pedem circini aperti ſecundum cortinam AB collocat in punctis O & P, duoſque arcus ſe interſecantes in puncto R, ductiſque lineis OR, PR abſoluta erit parmula.

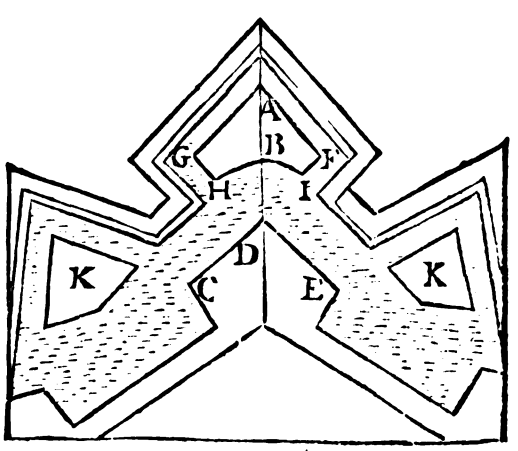
Sexta hinc inde abſcindit lineas DG, DF 30 exapedarum, pro collis parmulæ, tunc ſupra lineam FG triangulum æquilaterum conſtituit, (*per primam* 1. *Eucl.*)

Septima tabulas ſupputatas adhibet, quibus tamen opus non eſt. Capitalis DR 40 exapedas habere poteſt, lineæ DG, DF, 20 aut 23.

Foſſa parmularum latitudinem 15 aut 16 exapedarum ſibi vendicat.

PROPOSITIO V.

Caſſides ſeu lunulæ.



Caſſides à parmulis vix differunt quo ad figuram, ideoque eas ab invicem multi non diſtinguunt, niſi quod velint lunulas paulò minores eſſe, habereque facies quæ 30, ſi ſtrictè loquamur, exapedas

Digitized by Google

exapedas non excedant. Si tamen ſtrictè loquamur lunula erit moles ſeparata, cujus figura exterior in orbem flectitur, & ultra foſſam, ante apicem propugnaculi collocata. Ex hoc flexu foſſæ quæ ante angulum defenſum circularis eſt, lunulæ nomen accepit.

Lunularum hæ regulæ ſtatuuntur.

1. Nullæ caſſides ſeu lunulæ adhibeantur, niſi valida parmula aut cornuto defenſæ. Ratio eſt quia hæc moles ita in hoſtes procurrit, & tam longè diſſita eſt ab ea valli parte ex qua ſuam defenſionem haurit, ut facilè expugnari poſſit, niſi ab alio opere externo defendatur.

2. Aliqui volunt ut caſſides nullis inſtruantur alis, quæ hoſtibus eſſent inſtar loricæ. Quod quidem verum eſt ſi caſſis propugnaculum non ambit, ſi enim partem faciei tegit, alæ quæ adhiberentur, è principali vallo directè viderentur. Nihilominus ut regulis communibus inſiſtamus caſſides alis careant.

3. Angulus defenſus caſſidis 60 gradibus minor non ſit, & 90 non excedat, propter rationes ſupra allatas.

4. Capitalis caſſidis cum capitali propugnaculi jaceat in directum, ut æqualiter facies tegat.

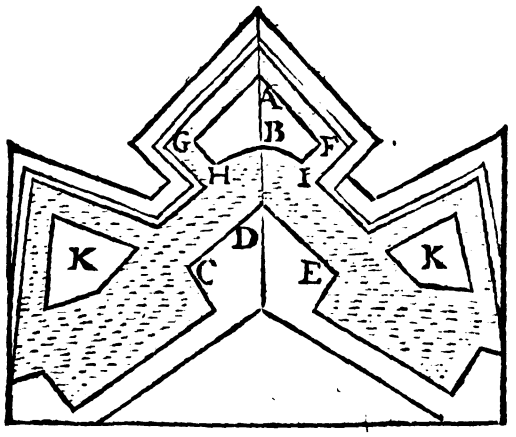
5. Apex caſſidis ab ea parte à qua defenditur, non diſtet pluribus, quam 120 exapedis.

6. Facies lunulæ ſit 25, aut 30 exapedarum, ut ſaltem 100 propugnatorum ſit capax.

PROPOSITIO VI.

Praxis caſſidum ſeu lunularum.

Ad deſcribendam caſſidem, ſeu lunulam, producatur quantum libuerit capitalis propugnaculi, in eaque abſcinde à crepidine exteriori foſſæ, lineam AB, quæ duas tertias partes faciei propugnaculi habeat. Producantur item facies propugnaculi CD, ED in IF, HG. Denique fiant anguli BAF, BAG 5 ſinguli ſaltem 30 graduum, eritque deſcripta lunula.



Poſſunt facies AF, AG, eſſe parallelæ faciebus ED, CD, vel nonnihil interius divergere, ut angulum minorem comprehendant.

Nonnulli ita facies lunulæ determinant. Aſſumpta ut prius capitali AB, ducunt facies AFK, AGK ad punctum concurſûs crepidinum foſſæ.

Alia praxis. Productis faciebus propugnaculi CD, ED, in F & G abſcindantur lineæ HG, IF 25, aut 30 pedum, quanta baſis valli, pro opere externo, ductaque linea occulta GF, fiat ſuper ea triangulum æquilaterum.

Vel determinatis punctis G & F, aperiatur circinus ad intervallum 35, aut 40 exapedarum; fiant duo arcus ſeſe interſecantes in puncto A, hoc eſt cuilibet faciei lunulæ tribue 35 aut 40 exapedas.

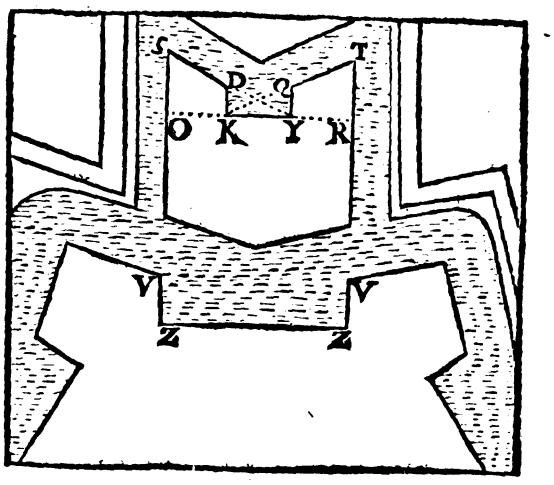
Lunula ſuam foſſam habet, cujus latitudo mediam ſaltem partem majoris foſſæ obtineat, poteſt major foſſa fieri latior, inter parmulam & caſſidem ut hæc opera videantur intra foſſam poſita.

Via tecta non ſequitur ad amuſſin omnes anfractus foſſarum; ſed ſæpe latior evadit illudque intervallum congregandis militibus accommodatiſſimum eſt.

PROPOSITIO VII.

De cornutis.

Cornutum eſt moles ſeparata ab arce, in agrum ſuburbanum lineis parallelis excurrens, & hoſti duo ſemipropugnacula, & cortinam unicam objiciens. Figura diſpoſitionem cornuti ſatis exprimit.



Habetur cornutum potius ad defendendam cortinam, quam ad tegendum propugnaculum, quia cum duo ejus latera inter ſe parallela ſint, ſuam defenſionem à ſola cortina haurit, à qua tamen nimium diſtat. Nihilominus urbes Rehes Gulic, Zutphen, Breda, propugnacula habent cornutis inſtructa.

Opus cornutum, cortinam omnino tegere poſſe teſt, alis propugnaculorum in directum jacentibus cum lateribus cornuti. Poteſt parmula intra cornutum excitari, quod etiam poteſt reſcindi ſemel, & bis reſciſſione ſimilis figuræ.

Hæc cornuta, ſicut & coronata & forcipulæ, quia ad hoſtes promoventur, commodiſſima ſunt ad eruptiones faciendas, modò tamen ſufficiat præſidiariorum numerus, item ad præoccupandum aliquem collem.

Cornutorum regulæ; & axiomata ſunt hæc.

1. Prima cornutorum latera ſint parallela, neque enim convergere debent, ne ſpatium interjectum non ſufficiat cortinæ & duobus propugnaculis, neque item divergere, ne propugnacula tegantur, & inutilia reddantur.

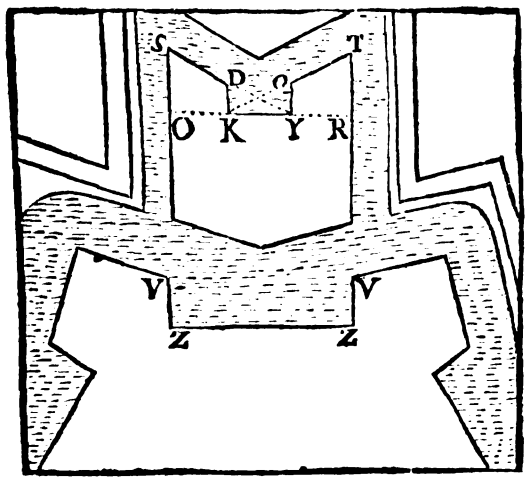
2. Ne latera cornutorum excedant 120 exapedas, computando à cortinis, ſi ab iis ſuam defenſionem hauriant. Si verò longiora fierent iis etiam alæ adderentur à quibus defenderentur, quæ

quæ ita detorquentur ut ex vallo principali interius, & exterius videantur.

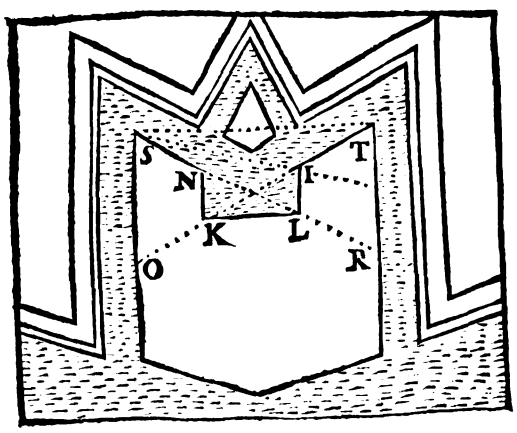
3. Communiter facies ſemipropugnaculorum eſt 20 exapedarum, alæ decem, colla 17, angulus defenſus 60 graduum.

PROPOSITIO VIII.

Praxis cornutorum.



Producantur propugnaculi alæ ZV, ita ut linea ZT, aut VT, VS 120 exapedas non ſuperet, ductæquæ lineæ occultæ ST, ſit tertia pars OS, RT, quibus æquales ſint OX, YR, ductiſque ſtringentibus XT, SY & perpendicularibus XP, YQ, abſolutum erit cornutum.



Alia praxis ductis pariter lateribus, & occulta ST, fiant anguli STO, TSR 25 graduum, eoſque divide bifariàm linea SI, fiantque æquales TI, SN. Ducantur alæ NK, IL parallelæ lateribus, uſque ad ſtringentes, eritque KL cortina.

Nonnulli primam praxin damnant, eò quòd cortina ſit minor faciebus, ſed huic incommodo facilè occurrimus, ſi colla OX, RY quartam tantum partem lineæ ST.

Poſſunt addi parmulæ ante cortinam cornutorum, quarum capitalis erit 20, aut 25 exapedarum.

Nonnulli addunt caſſides angulis ſemipropugnaculorum; ſed malè, quia periculoſæ ſunt, nec ſatis defenſæ. Adde quod finis tandem aliquis munitionibus imponendus ſit.

Alii cornuta minus lata componunt, quam ſit cortina, detrahuntque hinc inde aliquas exapedas, inutiliter tamen.

Quamvis ut dixi cornutorum latera communiter parallela ſint, poterunt aliter fieri, cum ſitus id poſtulabit. Nempe divergentia, tunc autem vocantur in caudam hirundinis, *à queuë d'irondelle*, vel convergentia, *à contrequeuë d'irondelle*.

PROPOSITIO IX.

De coronatis.

Coronatum eſt moles à principali vallo ſeparata, duobus lateribus, & duabus ſaltem cortinis, uno ad minimum propugnaculo integro, duobuſque ſemipropugnaculis conſtans.

Finis idem ac cornutorum, nempe defenſio principalium munimentorum, vel præcipuè præoccupatio alicujus loci, è quo poſſet hoſtis damnum inferre. Parmula enim defenſionem ſufficientem præberet.

Iiſdem ferè regulis ſubjacet, quibus cornuta.

Prima ſit ne latera coronatorum 120 exapedas excedant, nempe ab eo loco, è quo ſuam defenſionem hauriunt.

2. Ne apex propugnaculorum, aut ſemipropugnaculorum plus quam 120 exapedis inter ſe diſtent; quamvis enim videretur ſufficere, ut maxima defenſionis linea, 120 exapedas non excedat, ſecundùm univerſalem regulam, quia tamen anguli propugnaculorum acutiores ſunt, & vallum paulò humilius, eorum defenſio brevior, & certior eſſe debet.

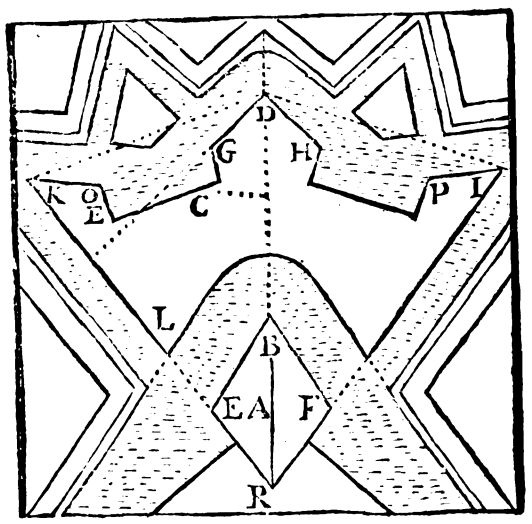
3. Anguli defenſi 90 gradus non excedant, nec ſexaginta minores ſint.

4. Latera coronatorum divergant, alioquin ſpatium illud non comprehenderent, quod ad duas cortinas requiritur. Quæ ad tegenda propugnacula adhibentur, tertiam partem faciei complectuntur, & ab ea ſuam defenſionem hauriunt, incidunt-que perpendiculariter.

PROPOSITIO X.

Praxis Coronatorum.

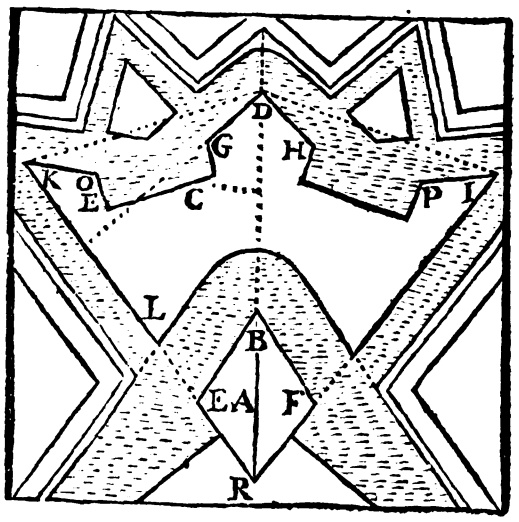
Cum coronatum ſit pars polygoni, Architecti munus eſt, inquirere quodnam ſit accommodatum operi ſuo, cavendo tamen ne ſemipropugnaculorum anguli acutiores evadant.



Prima praxis ſuccedit in quadrato, in aliis verò polygonis non item.

Producantur

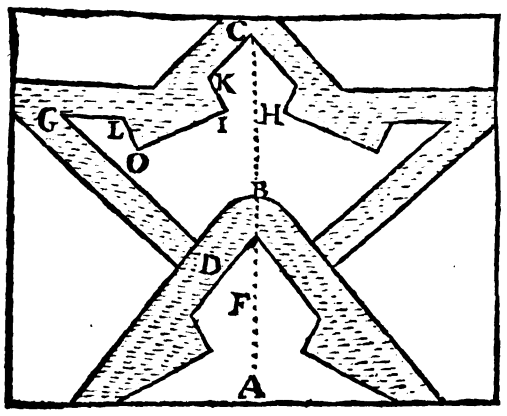
Producantur propugnaculorum alæ in K, & I, ita ut puncta K & I à cortina tantummodo distent



120 exapedis. Producatur item capitalis RB, sitque punctum R, concursus duarum alarum, tum consideretur ad quod polygonum pertineat angulus DRK qui si inveniatur graduum 45 pertinebit ad octogonum; sint lineæ RD, RK, RI æquales ductisque lineis occultis DK, DI, fiat angulus DKO 25 graduum, ducanturque facies DG, DH prout exigunt tabulæ illius polygoni, vel sine tabulis; facies DH assumit duas septimas partes lineæ DK, sitque angulus BDG graduum 45, eritque rectus angulus defensus D, ad lineam occultam GO. Ducantur perpendiculares GC, OE 18 exapedarum; denique ducatur Cortina C E.

Cavendum est ut facies KO sit defensa, & anguli K & I sint saltem 60 graduum.

Alia praxis. Producta capitali AB, ita ut linea BC sit 120 exapedarum, abscindatur B D tertia pars



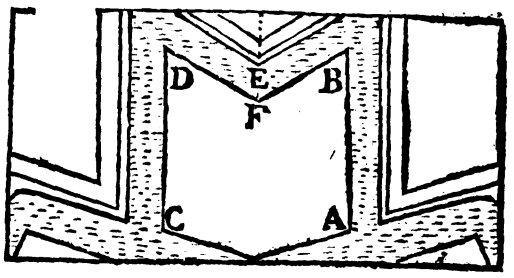
faciei, ducaturque perpendicularis DG, quæ capitalem secabit in puncto F. Fiant FC, FG, æquales, ductâque lineâ occultâ, angulus CFG determinabit polygonum, ad quod tale coronatum pertinet: Fiatque ergo propugnaculum ICH conveniens tali polygono, tum in linea G L I assumes GL æqualem KC, ductaque ala LO parallela KI, junges cortinam 10.

Si coronatum tegeret cortinam, ducenda esset perpendicularis ad mediam cortinam, ut esset capitalis propugnaculi integri.

Possunt item fieri coronata ad protegenda duo propugnacula, maximè dum præoccupandus est aliquis collis. Valla cornuti, & coronati possunt esse altiora vallis parmularum & cassidum.

PROPOSITIO XI.

De Forcipibus.



Opera externa quæ hactenus descripsimus sunt permanentia, & per otium tempore pacis excitantur. Alia extruuntur minoris momenti, dum hostis imminet, quæ sub nomine forcipum comprehendimus. Hæc ut verum fatear cornuta & coronata quæ loco propugnaculorum, & semipropugnaculorum simplici angulo interno instruuntur, ideoque simplices forcipes cornutorum, duplices coronatorum vices obeunt.

Forcipum regulæ sunt istæ.

1. Anguli defensi forcipum ne ab invicem pluribus, quam 100 aut 120 exapedis distent.
2. Ne iidem anguli minores sint 60 gradibus.
3. Ne latera forcipum majora 100 exapedis.

Hæc species operum externorum imperfecta est, videtur enim peccare contra primum principium, quo cavetur, ut nullus sit locus, è quo hostis deturbari non possit, est tamen in apice anguli interni, aliquis locus in quo tuto potest hostis delitescere. Supponamus enim forcipem habere vallum cujus altitudo comprehensa lorica sit pedum 14. & miles stans in vallo ad explodendum elevetur duobus pedibus cum dimidio supra loricam latam 12 pedes; fiat ut $2\frac{1}{2}$ ad 12, ita 14 ad 67. Erunt pedes ferè 50, circa angulum internum in quo tutus erit hostis; si tamen vallum sit humile, hic defectus minor erit.

Ne fiant duplices forcipes, dum unicà chelis sufficit, melius enim angulus internus detegitur, dum brachia longiora sunt.

Multi hæc opera rejiciunt, voluntque loco forcipis semper coronatum, aut cornutum substitui, quæ opera tantum forcipibus præcellunt, quantum stellatæ munitioni præstat munitio suis instructa propugnaculis.

Nihilominus quando alæ, cortina & facies cornuti breviores sunt multi forcipem cornuto præferunt.

PROPOSITIO XII.

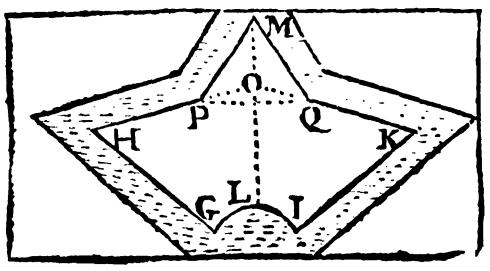
Praxis forcipum.

Vide figuram præcedentem.

Si pro opere cornuto forcipem describendam suscipis, ductis lateribus AB, C D ducatur linea occulta BD, quæ dividatur bifariam, sitque perpendicularis EF, æqualis dimidiæ DE; nam junctis D F, B F perfecta erit forceps eritque angulus E D F graduum 26, & angulus C D F graduum 64.

Digitized by Google

Pro duplice forcipe ductis lateribus GH, IK, LM, fiant anguli GHO, IKO 60 graduum, sint-



que OP, OQ tertiæ partes linearum OH, OK, tum super Pq fiat triangulum æquilaterum QMP, eritque perfecta forceps.

Nonnulli addunt forcipibus parmulas, ut nempe tegatur angulus internus.

PROPOSITIO XIII.

De Transversis.

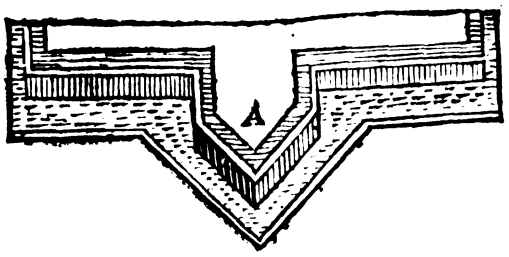
Sub hoc nomine transversarum comprehendimus ea omnia opera, quibus transitum hosti præcludimus, præcipuè verò in locis angustis, ut in aditu pontis, in aggere inter paludes erecto, in via undique rupibus septa. Fiunt item transversæ ad evitandam cladem à jaculis ignitis, malisque punicis inferendam. Dum enim decidit malum punicum, aufugiunt milites, & post hujusmodi transversas delitescunt.

Transversarum formæ seu figuræ variæ sunt, immò & innumeræ excogitari possunt, illas maximè probarem, quæ ad cornuti, aut coronati figuram accederent.

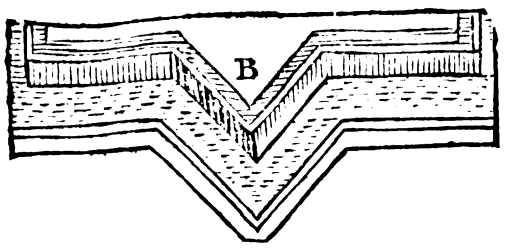
Earum partes omnes defendi debent, regulæque cæteræ munitionum in iis locum habent.

PROPOSITIO XIV.

Praxis Transversarum.

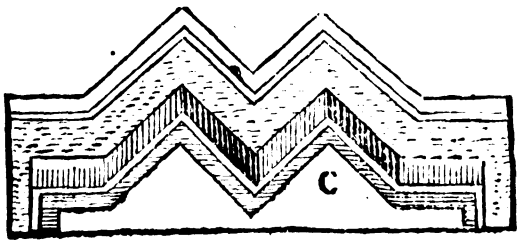


Potest pro transversa excitari propugnaculum planum, cum duobus hinc inde lateribus à quibus defendantur facies, ut vides in A.

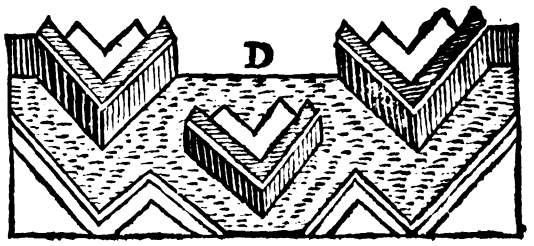


Transversa B facilè perficitur divisa tota latitudine in tres partes æquales descripto supra mediam triangulo, duplicemque forcipem imitatur.

In transversa C extrema latera sextam partem

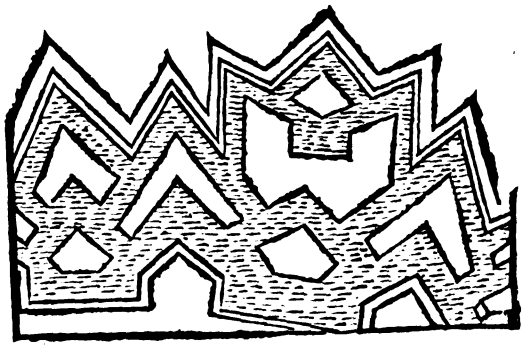


latitudinis obtinent, supra alia intervalla triangula rectangula excitantur.



Transversa D tribus parmulis constat. Possent plura adhiberi.

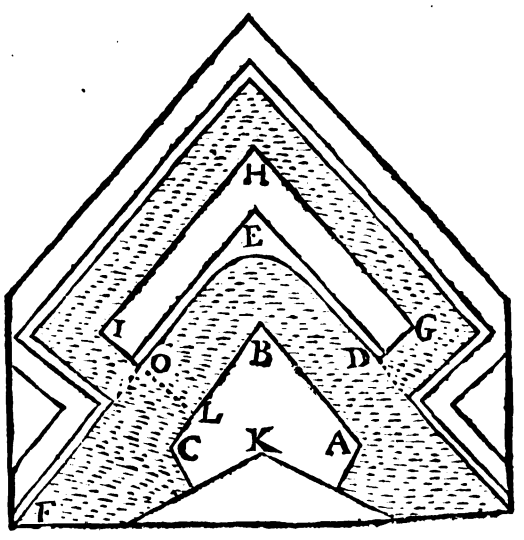
Si munimentum ex una tantum partem impugnari posset, fierent plurima opera ad modum transversarum, cornutorum, ut vides in figura.



Quare in genere potest ad tegendam cortinam apponi parmula quæ tegatur cornuto, & ante cornuti cortinam alia parmula, immo etiam coronatum. Cujus exemplum Philisburgi, cujus opera externa ad Rhenum usque excurrunt. Quare hæc multiplicari quantumlibet poterunt modo præsidium iis sufficiat.

PROPOSITIO XV.

Propugnaculi exterius vallum.



Propugnaculi exterius vallum *contregarde*, est moles ultra fossam posita, & faciebus parallela.

Digitized by Google

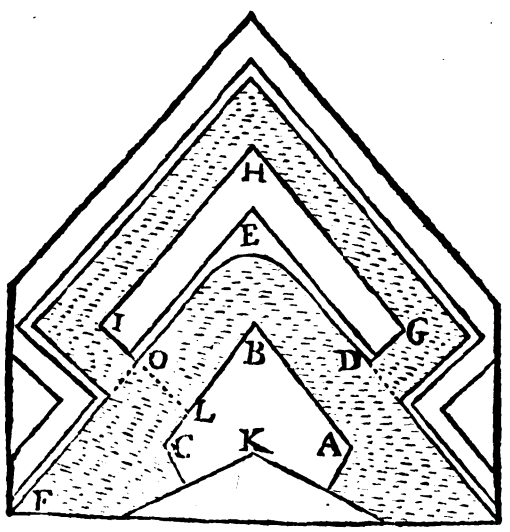
lela. Differt autem à caſſidibus, ſeu lunulis, quod caſſides nullo modo propugnaculum ambiant, ut pote ſoli ejus angulo objectæ; nam propugnaculi facies productæ caſſidis facies determinant. Differt item hoc vallum, à promurali, quod ante foſſam ſtatuitur, iſtud autem ultra foſſam.

Vallum hoc exterius craſſitiem 7 aut octo exapedarum obtinet, altitudinem ſeptem aut octo pedum, non computata lorica, & foſſam quæ ſaltem media foſſæ majoris latitudinem habeat.

Hoc vallum in locis acclivibus optimè collocatur. Quoties nempe valli principium ita aſſurgit ut non niſi hoſtes remotos impetere poſſit, atque ita duplicari, & triplicari poteſt propugnaculum. Sed diligenter cavendum eſt, ne defenſione careant; ſed ex ſtatione aliqua ſingulæ ejus partes detegantur, quod uſque adeo facilè non eſt, præcipuè dum angulus propugnaculi acutus eſt.

PROPOSITIO XVI.

Praxis externi valli.



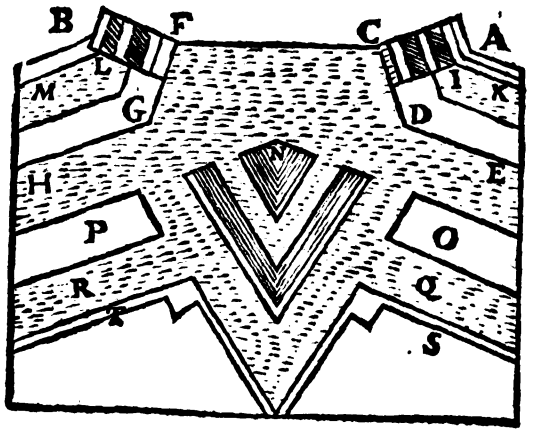
Producatur capitalis KB, ſitque EH 12 circiter exapedarum, ductiſque lineis EO, ED; HI, HG parallelis faciebus, ita tamen ut HI, & HG ad aliquod punctum cortinæ dirigantur; quare ſi angulus propugnaculi ABC fuerit ſatis magnus, poterit angulus hujus valli fieri minor, & lineæ HI, HG non eſſe parallelæ faciebus AB, BC. Ducatur item ad tertiam partem faciei perpendicularis LOI ſitque OI 12 exapededarum, tum excitetur ſupra GI triangulum æquilaterum, habebiſque vallum exterius, cujus angulus erit 60 graduum, minimus qui poteſt eſſe, atque adeo qui maximam defenſionem concedat.

PROPOSITIO XVII.

Prima diſpoſitio operum externorum ſecundùm mentem Comitis De Pagan.

Comes De Pagan duas operum externorum diſpoſitiones proponit. Prima parmulam duplicem exhibet, & valla externa propugnaculum ambientia. CF eſt cortina majoris valli, A & B duo propugnacula reſciſſa alio minori propugnaculo ſecundùm ejus methodum ut libro præce-

denti explicuimus, ita ut KI, & LM ſint facies minoris propugnaculi ante quas notata eſt ejus



foſſa. DE, GH ſunt facies majoris propugnaculi, CD, FG ſunt alæ. M, N eſt duplex parmula. P & O ſunt externa valla, quæ integras ferè facies tegunt. R & Q ſunt foſſæ. Craſſities hujus valli eſt 7 aut 8 exapedarum; ſed inter vallum & foſſam majorem H, & N alias 7 exapedas vacuas relinquit, ad congregandos milites, & excitanda eorum tuguriola.

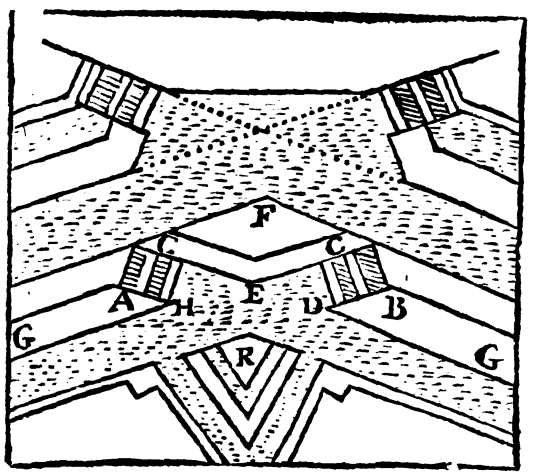
Hæc diſpoſitio quamvis nova, non tamen inepta eſt, nam parmula non tantum defenditur ex vallo principali, ſed etiam ab his vallis externis.

Reprehendi poſſet hæc diſpoſitio, quod parmulâ occupatâ, hæc ſecunda valla non amplius defendantur; quia parmula ipſa videtur impedire, ne ſecunda valla ex vallo regio videantur. Sed præterquam quod hoc incommodum in pleriſque operibus externis reperitur, ut dum cornuta, & caſſides adhibentur, occupato cornuto caſſis defenſione caret. Poſſet hæc parmula, ſi occupetur ab hoſtibus, cuniculis disjici. Deinde hæc parmula duplex eſt, & conſequenter non ita facilè in hoſtium poteſtatem veniet.

PROPOSITIO XVIII.

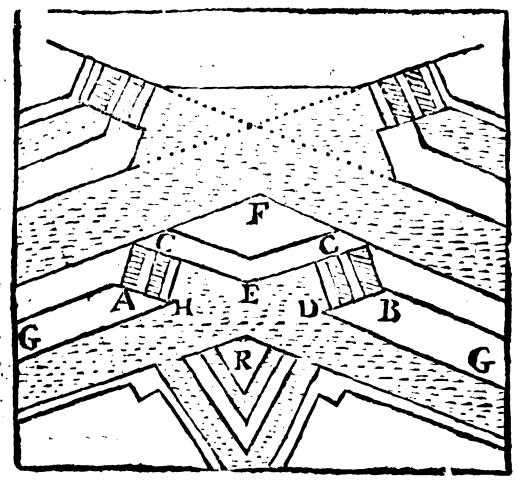
Secunda diſpoſitio operum externorum ſecundùm mentem Comitis De Pagan.

Idem author aliam operum externorum diſpoſitionem proponit, contenditque munitionem ita



compoſitam, triplò fortiorem eſſe communibus. Supponendo ergo propugnacula, jam reſciſſa minori propugnaculo, ſua foſſa probè munito,

utrinque extruit duo valla externa, quæ propugnacula ambiant, duasque tertias partes facierum



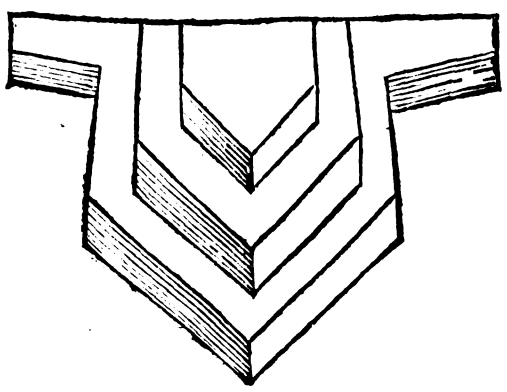
tegant. Vallorum craſſities eſt ut prius 7 exapedarum, aliaſque 17 exapedas vacuas relinquit, ut congregentur milites, & ut tuguriola excitentur, ſpatium item AB cortinæ æquale vacuum relinquit, ducitque duas lineas AC, BC quæ vices alarum obeant, ſintque perpendiculares ad ſtringentes GH, GD, & loco cortinæ rectæ angulum externnum CEC deſcribit, ut majus evadat ſpatium, ita autem hunc angulum conſtituit, ut diſjectis alis AC, BC, latera tamen CE, EC, à faciebus propugnaculorum defenderentur.

Hæ alæ tres habent tormentorum ſtationes, altior trium tormentorum, media quatuor, infima duorum eſt capax, unde valla hæc alta eſſe oportet. Tormenta autem parva eſſe oportet, ut facilè intra arcem transferantur, ſi accidat valla expugnari. Foſſa vallorum externorum duas tertias partes majoris ſibi vendicat. Parmula R duplex eſt, duplici nempe vallo, & duplici foſſa inſtruitur. Via tecta, cum ſua lorica & acclivitate nihil habent peculiare.

PROPOSITIO XIX.

De duplicibus propugnaculis.

Propugnacula duplicia in numerum operum externorum referimus, quamvis ad partes eſſen-

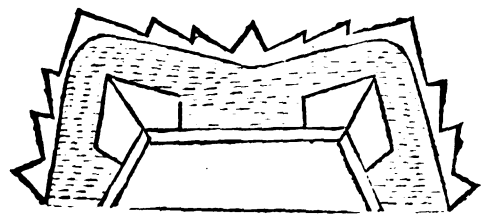


tiales pertinere videantur. Iis tantum utimur in locis acclivibus, cum principalis valli altitudo tanta eſt, ut ejus lorica, nec foſſam, nec viam tectam, nec ejus acclivitatem videat; tunc enim circa ejus vallum, unum aut alterum promurale, quaſi per gradus ſibi invicem ſuccedentia. Sed præcipuè advertendum eſt, ut eorum facies defendantur, atque adeo eorum anguli minores poſſunt eſſe angulo propugnaculi. Quodlibet promurale ſtationem habeat tormentorum bellicorum capacem. Si inter propugnaculum & hujuſmodi promuralia foſſa aliqua interjiceretur, robuſtior evaderet tota munitio. Hoc genus munimenti nimios valli nimis alti defectus corrigit, impeditque ne tam facilè cuniculis disjiciatur.

PROPOSITIO XX.

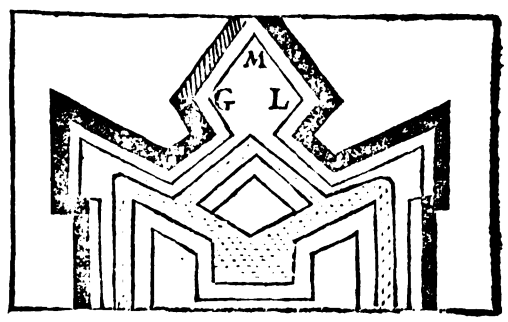
Variæ diſpoſitiones, & figuræ viæ tectæ.

Quamvis via tecta, pars eſſentialis videatur, tot tamen figuras induit, nt in numerum partium externarum referri poſſint.



Primò dum via tecta ita alicui colli ſubjacet, ut directè videatur, anfractuoſa lorica inſtruatur, addito triangulo in medio. Talem exhibemus in figura 80.

Nonnulli volunt ut partes viæ tectæ ſe invicem defendant, nihilominus ratio propter quam ita munitionis partes ordinamus, ut ſe invicem videant, locum non habent in via tecta, cum ejus, lorica ita parum aſſurgat, ut in acclivitate eius hoſtis tegi non poſſit, quare videtur inutile, viæ tectæ loricam, in modum propugnaculi efformare, ut vides in GML.



Alii vacerras, & palos in viæ tectæ acclivitate infigunt, quæ tamen videntur hoſtibus eſſe inſtar loricæ contra urbem, quod videtur pugnare contra finem ipſius acclivitatis. Has tamen vacerras multi utiliter in ipſa lorica adhibent, quas improbare non auſim.

Foſſa item poſt acclivitatem ab aliis additur, & alia via tecta. Ita munita fuit Breda, ut præter opera externa duplicem haberet foſſam, duplicemque viam tectam.

Addo hic figuram nonnullarum munitionum, operibus externis inſtructarum; non quod eas probem, ſed tantum ut tyronibus viam ſimilium inveniendarum aperiam.

Digitized by Google

PROPOSITIO XXI.

De ſectione verticali operum externorum.

Incipio à tabula in qua tam altitudinem, quam craſſitiem omnium partium operum externorum videre liceat. Divido autem opera externa in quatuor partes, in majora, mediocria parva & minima.

Tabula partium operis externis.

Partes Valli.	Maximi pedes.	Mediocris pedes.	Parvi pedes.	Minimi pedes.
Baſis valli.	44	36	24	20
Altitudo valli.	10	8	6	4
Acclivitas exterior.	5	4	3	2
Acclivitas interior.	10	8	6	4
Baſis loricæ.	17	15	13	9
Altitudo interior.	6	6	6	6
Altitudo exterior.	3	3	3	3
Altitudo ſuppedanei.	2	2	2	2
Latitudo ejus.	3	3	3	3
Margo.	6	5	4	3
Latitudo foſſæ.	48	42	30	20 24
Profunditas.	10	9	8	6

Non erit difficilè deſcribere ſectionem verticalem valli, loricæ, & foſſæ aliarumque partium alicujus operis externi, ſecundùm regulas ſuprà traditas, in partibus eſſentialibus alicujus munitionis, cum tota differentia in menſurarum diverſitate poſita ſit.

Cum operum externorum valla humiliora ſunt, facilè etiam primo impetu expugnantur, præcipuè cum ſola aggeſta humo conſtant, tunc enim acclivitatem paulò majorem habet.

Huic tamen incommodo obviam imus palis in pede loricæ collocatis, non quidem horizontaliter, ne ſcalæ adhibeantur, hoſtiſque iis facilè inſiſtat, ſed cum aliqua inclinatione. Deficiunt tamen in eo quod ſi tormento bellico appoſito impetantur, loricam ferè totam disjiciunt ſecumque in præceps trahunt.

Utiliores videntur eſſe vacerræ, ſeu pali verticaliter infixi, qui ſi firmi in iis avellendis, multum temporis impendunt, magnamque ſæpe cladem patiuntur hoſtes. Communiter autem adhibentur primò in pede valli, ut in I, F. Secundò in media foſſa, præcipue ſi fuerit plena aquis ut in E, quo in loco ſunt utiles ut accidit *S. Iean de Launе*: cum enim hanc urbem obſedisſet Galaſſius, impreſſionemque feciſſet, vacerræ in media foſſa poſitæ hoſtium impetum retardarunt, ita ut tunc in eorum poteſtatem non venerit. Sequenti vero nocte exundans Arar, magnam partem exercitus ſubmerſit.

Infiguntur item pali in lorica viæ tectæ ut in D, vel in pede acclivitatis. Alii præcipuè ſecundùm facies propugnaculorum palos uno pede craſſos, & 12 altos ſed media ſui parte terræ infigunt, ad impediendos cuniculos. Hoc tamen impedimentum exigui videtur momenti, cum palus facilè reſecetur dum occurrit.

Digitized by Google

ARCHITECTURÆ MILITARIS
LIBER QVARTVS.
De munitionibus irregularibus.

HÆC pars Architecturæ militaris præstantior est præcedente, cum nullus sit tyro mediocriter in hac arte versatus; qui munitionis regularis diagramma non describat, cum tamen difficillimum sit irregularem locum munire, ob varias circumstantias, quarum omnium regulas dare non possumus, quæ omnibus casibus satisfaciant, omnibus incommodis obviam eant. Quare Architecti industria maximè elucet, dum situs propositi commoda ita sectatur, circumstantiasque omnes in suum emolumentum detorquet, ut parcendo sumptibus, munitionem tamen probam extruit. Addo utiliorem esse hanc partem, eò quòd raro admodum novæ urbes, & arces extruendæ proponantur, sæpè veteres quæ irregulares sunt, novis munimentis instruantur.

Regulæ seu Axiomata.

Pleræque regulæ & axiomata libro primo demonstrata, jam in hac etiam materia locum habent; ideoque ea non repeto.

1. Irregularis munitio quantum fieri potest ad regularem revocetur, tanquam ad normam, & prototypum. Quare non omnino expensis parcendum est, ut regularis sit munitio: vitetur tamen omnis excessus, fieri enim potest ut irregularitas non noceat, immò verò emolumentum, & robur afferat. Quare sufficit, ut nulla irregularitas sine ratione inducatur.

2. Uniformis sit roboris munitio, & ubi natura deficit, ars suppleat; quod ita intelligi non debet, ut si locus aliquis natura sit robustior, de industria infirmetur.

3. Capacior area minùs capaci præferatur; cum hæc capacitas nocere non possit immò verò multùm prodesse, tam excipiendis pluribus civibus, quam ad rescissiones novasque munitiones excitandas; unde quantum fieri potest vitentur anguli interni, qui præterquam quòd angulos vicinos acutos, & ineptos reddunt, aream sub iisdem expensis minuunt.

4. Nullus Angulus figuræ, seu circumferentiæ acutus aptus est munitioni, quare prima figura munitioni accommodata, est quadrata.

5. Latus figuræ minus 70 exapedis munimenti est incapax, cùm minimarum munitionum latus octoginta exigat. Ratio est quia subductis hinc inde duobus semicollis octodecim exapedarum, seu 36, restarent tantum 24 pro cortina quæ longitudo non sufficit, ut probè defendantur propugnacula.

Cortina autem nec 100 exapedis major esse debet nec minor 45, quare maximum latus est 136, & minimum octoginta.

6. Minima propugnaculorum distantia, seu latus externum polygoni, sit 120 aut saltem 100 exapedarum, & maxima 160 aut 170. Cùm enim majoris sclopi jactus sit 120 exapedarum, inutile videtur propugnacula ita vicina statuere, ut linea defensionis multò minor 100 exapedis evadat. Præcipua tamen ratio est quod in tali casu, latus internum 80 exapedas non æquaret, atque adeo munitione probam non admitteret, ut supra demonstravi.

7. Si latus muniendum minus sit quàm ut capax sit trium propugnaculorum, paulò tamen minus, quam duò requirunt, satius est duo majora, quam tria minora excitare.

8. Si fluvius in urbem admittendus sit, satius est in cortina alveum eius, quam in propugnaculo collocare, eò quòd melius hinc inde defenditur, minusque hostibus exposita est. Idem in portis observamus. Satius ut collis cortinæ immineat, quam propugnaculo.

9. Munitionis irregularis propugnacula debent esse inæqualia, immò ejusdem propugnaculi facies æqualitas. Neque affectanda est ea venustas, & pulchritudo, quæ ex partium æqualitate oritur; cum hæc in diagrammate tantum appareat, in opere ipso non animadvertatur, eò quòd omnes simul partes non videantur. Robustissima propugnacula pulcherrima sunt.

PROPOSITIO I.

Varii modi minus congrui munitionis irregularis.

Nonnulli Architecti omnia propugnacula æqualis roboris reddere conantur; quod ut præstent facies omnes æquales faciunt; In quo hallucinantur. Neque enim in faciebus, sed in angulo defenso, in alis, & semicollis propugnaculi robur positum est.

Alii omnium laterum munitionis aggregatum faciunt, tum considerant ad quod polygonum pertineat angulus muniendus, cui nempe imponendum est propugnaculum: facta item summa omnium laterum polygoni, ex tabula desumptorum regulam auream instituunt in hunc modum: Si hæc ultima summa dat faciem, alam, cortinam, tot exapedarum, quot exapedas dabit pro singulis.

Aggregatum

Digitized by Google

aggregatum omnium laterum munitionis irregularis; dico hunc modum esse incongruum.

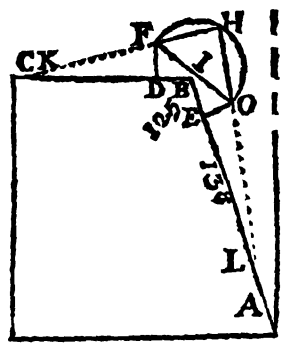
Demonstratio. Reddit plerumque munitionem impossibilem, hoc est sæpè accidet ut anguli defensi non defendantur, ut cortinæ ita sint breves, ut eas latus propositum non capiat. Ratio per se patet, nam ad determinandas partes hujus propugnaculi, haberur ratio totius ambitus, qui major aut minor esse potest, immutato angulo muniendo, lateribus illum comprehendentibus.

Alii denique propius ad veritatem accedunt, utuntur enim tabulis munitionum regularium, considerando nempe ad quod polygonum pertineat angulus muniendus. Ut si angulus propugnaculo instruendus esset 115 graduum, cum angulus circumferentiæ exagoni, sit 120 graduum, & angulus pentagoni 108, angulus propositus potius ad exagonum accederet, quare secundum eorum mentem adhibendæ forent tabulæ exagoni, hoc modo si latus exagoni, tot exapedarum in tabula, dat mihi faciem, alam, semicollum, tot exapedarum, quot tribuet pro singulis, latus irregulare propositum.

Hic tamen modus licet bonus, exactus non est, eò quòd negligat angulorum quantitatem, quæ multa commoda præstare potest, præcipuè verò circa angulum defensum, & alam secundam, multi tamen eò utuntur, quasi aliquorum graduum differentia nihil in munitione immutaret.

PROPOSITIO II.

Locum irregularem cujus latera apta sunt, & anguli, recti munire methodo Gallica.



Quandoquidem munitio irregularis supponit aliquam situs circumstantiam, quæ irregularitatem invehat, illius ichnographia exactè describenda est modis supra traditis; si latera convenientem habent longitudinem, & anguli sint saltem 90 graduum, supra singula excitanda erunt propugnacula.

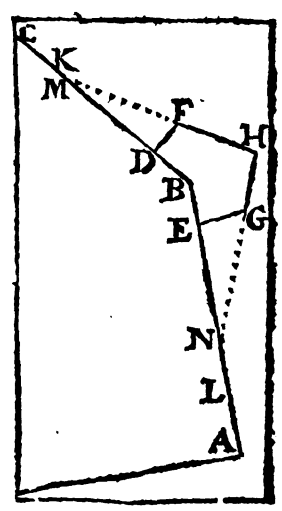
Proponatur ergo angulus ABC 125 graduum, sitque AB 138 exapedarum, & BC 110; dividatur BC in 6 partes æquales, sitque BD sexta pars, quæ consequenter erit 18 exapedarum, vel absolutè fiat BD exapedarum 18, cui æqualis sit ala DF, pariter BE sit sexta pars lineæ AB, nempe 23 exapedarum, cui æqualis fiat ala EG. Cum ergo angulus B supponatur 125 graduum, paulò major quam angulus circumferentiæ exagoni, liberum erit munitionem stringentem aut figentem efficere. Si vis ut angulus defensus rectus sit supra GF, describatur semicirculus, assumptoque semicollo CK, ducatur linea KFH, ductâ item lineâ HG, modo in aliquod punctum cortinæ LE, incidat, perfectum erit propugnaculum; si autem non incideret aliquid necessariò immutandum foret.

Idem præsta circa alios figuræ angulos, habebisque integram munitionem.

PROPOSITIO III.

Modus muniendæ figuræ regularis aptæ, ita ut figentem defensionem sortiatur.

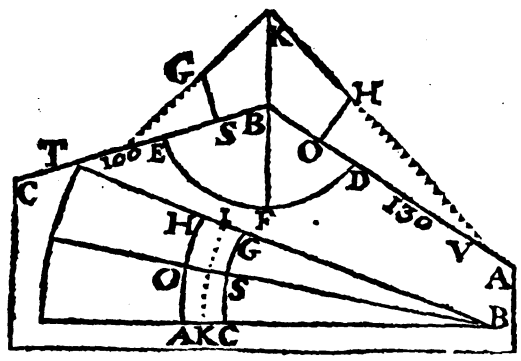
Observandum est primò, non omnem angulum capacem esse defensionis figentis, & primo quidem angulus, non multò major angulo pentagoni, seu gradibus 108 defensionem figentem non admittit. Latera item non satis longa, seu quæ 100 exapedas non excedunt vix præbent secundam alam.



Determinatis ut priùs semicollis BE, BD, & alis DF, EG, abscinde alia semicolla AL, CK, sintque KM, LN tertiæ partes cortinarum, ductis lineis MFH, NGH, perfectum erit propugnaculum, modo tamen angulus H, minor sexaginta gradibus non evadat.

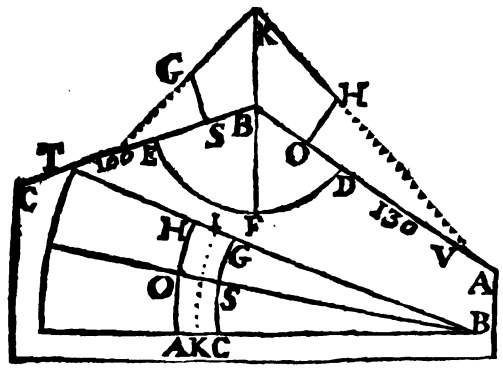
PROPOSITIO IV.

Figuram irregularem legitimam munire ope anguli dirigentis.



Jam ostendi supra methodum describendi anguli dirigentis. Suppono igitur angulum B 115 graduum, latus AB 130 exapedarum, BC 100, describatur ex puncto B ut centro arcus DFE, qui dividatur

dividatur bifariam in F, vel arcus E F ſit paulò major arcu DF, ut nempè melius defendatur GK,



ex parte minoris lateris ſita; latera AC,BC transferantur in angulum dirigentem, fiantque duo arcus CG, AH, linea CA bifariam dividatur in K, fiatque arcus KI, quia nempe capitalis communis eſt, transferatur KI anguli dirigentis, in capitalem BK, AO anguli dirigentis, erit ſemicollum majoris lateris AB transferendum in BO, & CS anguli dirigentis erit ſemicollum lateris BC, in BS transferendum. SG, OH transferantur in SG, OH pro aliis ductis faciebus KG, KH, abſolvetur propugnaculum.

Ad defenſionem ſtringentem non habetur ratio alarum; ſed tantum ſemicollorum, & capitalis.

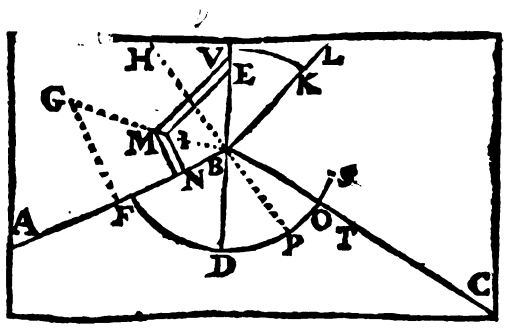
Ad defenſionem figentem poteſt aſſumi tertia pars cujuſl bet cortinæ, & duci ſtringentes ad punctum K determinatâ ſcilicet capitali, cavendo tamen ne alæ breviores evadant; quare attentando donec omnes propugnaculi partes, convenientem habeant magnitudinem, perficies propugnaculum.

Eadem praxi utere reſpectu aliorum angulorum, ſive defenſionem tantum ſtringentem, ſive etiam figentem deſidetes, notando tamen angulos 120 minores defenſionem figentem non admittere, niſi latera ſint valdè longa

PROPOSITIO V.

Figuram irregularem munire methodo Hollandicâ.

Optimus modus muniendi irregularem figuram, eaſdem adhibet praxes, & methodos qui-



bus ſuperius circa regulares uſi ſumus. Quare in hac propoſitione methodum Hollandicam uſurpo in munienda figura irregulari, quam probam ſuppono, id eſt angulos ejus obtuſos, cum lateribus inæqualibus.

Dividatur angulus DBE bifariàm lineâ DBE, ſit item BF ſemiſſis lineæ AB, ductaque perpendiculari FG fiat angulus FBG 40 graduum, ſecundum morem Hollandorum pro angulo determinante alam. Acui DO addatur arcus OS quindecim graduum, erit arcus DP ſemiſſis arcûs DS menſura dimidii anguli defenſi, arcus VBL æqualis fiat angulo DBP, & linea BL contineat duos trientes lateris AB linea occulta LG ſecabit capitalem BV in puncto E, per quod ducenda erit facies E I parallela B L, & I N perpendicularis ad AB.

Idem præſtandum eſt ſupra latus BC, quod non notavi in figura vitandæ confuſionis cauſa. Perficiatur igitur ſemi propugnaculum ex alia parte, dabiturque capitali BV major quam BE, ducatur facies VM parallela EI, modo in cortinam incurrat ad partes A, eritque perfecta operatio.

Idem fiat ſupra alios angulos, & latera, habebiſque munitionem irregularem Hollandicam. Eodem modo uſurpari poſſunt reliquæ praxes, formatis hinc inde ſemipropugnaculis ſupra ſingula latera, & adhibita correctione convenienti, quoties duæ partes ejuſdem propugnaculi habent capitales inæquales.

Demonſtratio ſupra tradita, hic etiam locum habet, cum ſit eadem praxis.

PROPOSITIO VI.

Figuram irregularem interius munire.

Hactenus figuras irregulares exterius munivimus, ſuppoſito ſcilicet interno urbis ambitu, cui addicti eramus. Dantur autem aliqui caſus in quibus propugnacula exterius addere non licet, ut dum munienda eſt inſula, vel locus aliqua parte præruptus. Talis eſt munitio Sancti Andreæ ad confluentem Rheni, & Moſæ Præſidium item *De Skens*, paludes item ſæpe munitionem ita ſtringunt, ut determinatum ſpatium excedere non liceat, ne fiant expenſæ maximæ, ut firmum evadat opus.

Suppono ergo proponi locum cujus anguli obtuſi, & exteriora latera ſatis magna, hoc eſt ſaltem 120 exapedarum, aut ad minimum 100 & maxima non ſuperent 170. Comes de Pagan ad 200 procedit, ſed in tali caſu ſemicolla, & propugnacula maxima ſunt.

Initium ducimus à maximo angulo. Supponatur ergo eſſe 145 graduum qui accedit ad decagonum nempe 144. Adhiberi poſſunt tabulæ decagoni facta regula trium, in qua primus numerus erit latus exterius, ſecundus diſtantia polygonorum utraque ex tabulis excerpta, Tertius erit latus figuræ datum, Quartus erit diſtantia polygonorum; quare ducta perpendiculari, cui tribues tot exapedas, quot per regulam trium inveniſti duces parallelam lateri externo, habebiſque latus internum, ita inveniuntur omnia latera interna, ſupra quæ per praxes præcedentes totam munitionem abſolves.

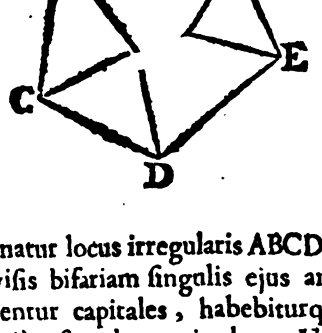
Notandum tamen fieri poſſe ut apex alicujus propugnaculi, non perveniat præcisè ad polygoni exterioris angulum, quod curandum non eſt, cum ſit res nullius momenti.

PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO VII.

Alter modus irregularem figuram interiùs muniendi.



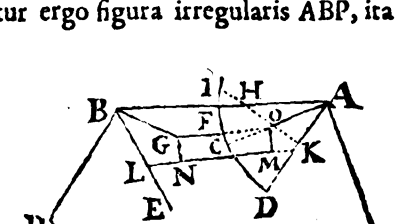
Proponatur locus irregularis ABCDE muniendus, divisis bifariam singulis ejus angulis solæ determinentur capitales, habebiturque polygonum interiùs, singulaque ejus latera. Ut autem habeatur capitalis, considerandum erit cui polygono conveniat ut angulus muniendus. In quadrato autem capitalis quartam ferè partem lateris externi continet, in pentagono quartam præcisè, in exagono paulò major est crescitque semper, nunquam tamen tertiam partem adæquat.

Ut exactiùs procedatur, adeundæ sunt tabulæ, attendendo semper cui angulo polygoni æqualis sit, instituraque in hunc modum regulâ trium. Si latus exterius ex tabula depromptum 120. exapedarum, capitalem tribuit 43 exapedarum, quid dabit latus, majus AB, atque adeo capitalis huic majori lateri, & angulo A respondebit; idem præstari potest pro facie, semicollo, & ala semipropugnaculi. Eademque praxi cæteris angulis applicata habebitur tota munitio.

PROPOSITIO VIII.

Locum irregularem methodo Hollandica interius munire.

Latus interius datum methodo Hollandica supra munivimus, ita eandem methodum lateri externo dato, in hac propositione applicamus. Proponatur ergo figura irregularis ABP, ita interius



munienda, divisis angulis A & B bifariam, lineis AD, BE, describatur arcus DF, eique addatur arcus FI graduum 15, divisoque arcu DI bifariam in C, ducatur AOC, assumaturque AO duarum septimarum lateris externi AB, idem fiat in puncto B. assumptâ BG æquali ipsius AO, tum ducta linea BG fiat angulus HOG 40 graduum secundum regulam Hollandorum, ut habeatur punctum K, eademque methodo ex alia parte punctum L, tum ad lineam KL demittantur perpendiculares OM, GN, habebuntur alæ; similique modo cætera latera muniantur.

Neque verò aliquem errorem irrepsisse credendum est, si accidat semicolla in eodem capitalis puncto non concurrere.

Pariter nonnunquam in his irregularium munitionum praxibus accidit ut facies producta, extremam cortinam non attingant, sed levi correctione facilè omnia ad regulas communes exiguntur.

PROPOSITIO IX.

Locum irregularem methodo Comitis DePagan interius munire.

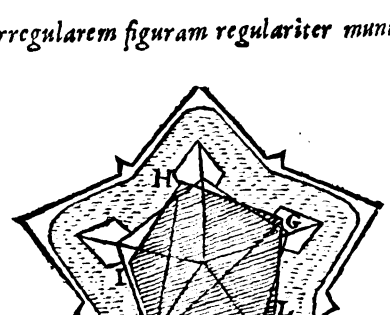
Tot praxes non exigit Comes DePagan, præcedit enim rudiori minerva.

Supponit ergo proponi figuram irregularem ABIKL, munitioni perficiendæ accommodatam, hoc est ita ut omnes ejus anguli sint obtusi, & latera centum exapedarum non minora, & non majora ducentarum. Dividit latus AB bifariam in C, tum excitata perpendiculari CD, quæ sextam partem lateris AB contineat, ducit stringentes AD, BD, ex quibus abscindit facies AE, BF, duarum septimarum lateris AB, denique ductis ad stringentes AD, BD perpendicularibus EG, FH jungit cortinam GH, atque ita totam absolvit munitionem.

Hæc praxis perfici posset, non neglectis iis commodis quorum capax est; nam divisis bifariam angulis A & B, ducendo lineas AB, BN, possent anguli NBF, MAE fieri præcisè graduum 45, ut anguli defensi evaderent recti, & nunquam obtusi, ut sæpe in ejus praxi accidit.

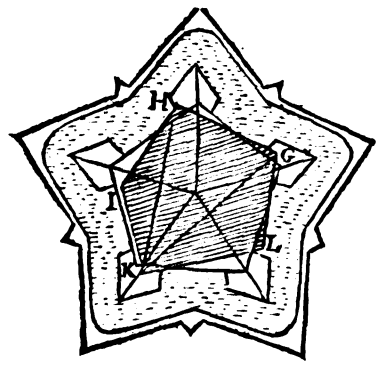
PROPOSITIO X.

Irregularem figuram regulariter munire.



Figuram irregularem regulariter munimus dum eam ad regularitatem & saltem ad figuram regulari simillimam retentis quantum fieri

poteſt iiſdem lateribus aut angulis, revocamns. Caſus autem poteſt eſſe, ut valla nondum ſint ex-



tructa, aut ſi extructa ſint, maximum non ſit diſpendium etiamſi eorum pars aliqua disjiciatur. Proponatur verbi gratiâ figura GHIKL quinque laterum inæqualium, qui numerus indicat pentagonum regulare conſtruendum eſſe, quod ut facilè exequaris, quærendum eſt centrum figuræ, ſeu *per* 25. 3. *Eucl.* maximi ejus trianguli GHK, ita ut tres ejus anguli G, H, K in circumferentia circuli ſint poſiti. Inventam autem circuli ſemidiametrum cum tabulatis polygonorum ſemidiametris comparabis. Ut ſi ſemidiameter hujus figuræ centum exapedas contineat, cum tabulæ ſemidiametrum pentagoni 96 exapedarum efficiant, & exagoni 117, facilè concludes hanc figuram pentagono addicendam eſſe. Quod ſi ſemidiameter ſemicirculi, cui maximæ figuræ triangulum inſcribitur, eſſet ducentarum exapedarum, cum ſemidiameter decagoni in tabulis ſit 104 exapedarum, figura ad decagonum revocanda foret.

Supponamus ergo ad pentagonum eſſe revocandam, deſcripto circulo, ad ejus ſemidiametrum, perficiatur pentagonum regulare in charta ſcilicet oleo inunctâ. Deſcribatur item figura propoſita uſurpando ſcilicet eandem exapedarum ſcalam, tum pentagonum deſcriptum, ita figuræ propoſitæ adapta, ut quam maximè fieri poteſt cum ea congruat, & ab ejus lateribus minimè aberret, eritque pentagonum deſcriptum, quod ſecundùm praxes ſuperiores ſuis munimentis inſtrues.

PROPOSITIO XI.

Figuram ad munitionem ineptam, munire.

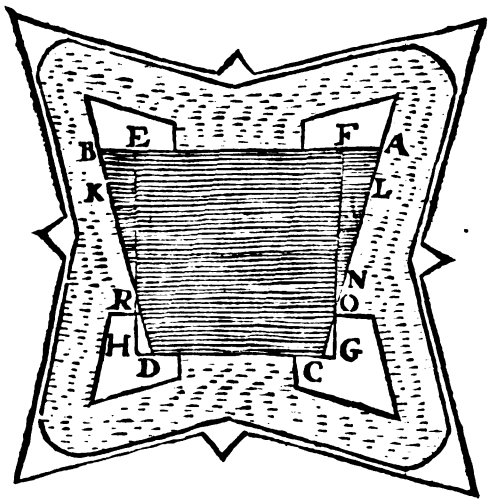


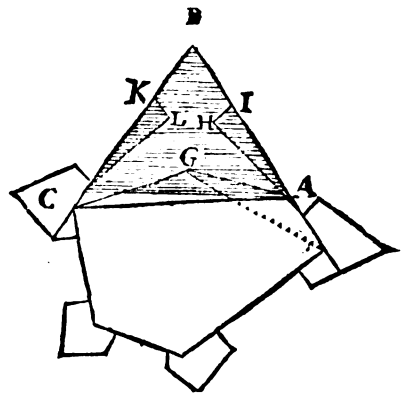
Figura angulorum acutorum neceſſariò corrigenda eſt, quod ſæpe mutatione modica perficitur, ut in exemplis patebit. Proponatur figura ABDC cujus latus AB, 158 exapedas, BD 122, ſicut & AC, CD 101 continet. Anguli A, & B ſinguli 77 graduum, C & D 103.

Cum latus AB 158 exapedas habeat, continet cortinam 72 exapedarum, & inſuper 86 ſeu quatuor ſemicolla ſingula 21 $\frac{1}{2}$ latus oppoſitum CD 101 continet unam cortinam 72, & inſuper 29 ſeu 14 $\frac{1}{2}$ pro ſingulis ſemicollis quæ conſequenter nimis parva ſunt. Corrigendi item ſunt anguli acuti A, & B & mutandi in angulos rectos. Abſcindatur ergo EF 120 exapedarum ſintque hinc inde lineæ æquales AF, EB ſingulæ novemdecim exapedarum. Ducantur item perpendiculares EH, FG, quæ lineam CD augeant, atque ita AL, BK in facies propugnaculorum mutabuntur, ideoque etiamſi muri jam extructi eſſent, AB, CD perſeverarent integri, ſolique KR, LO diſjiciendi forent.

PROPOSITIO XII.

Angulum acutum munire.

Angulus polygoni acutus neceſſariò mutandus; quod pluribus modis perficimus. Proponatur verbi gratiâ figura ABC, cujus angulus B acutus.



Primò reſecari poſſet, ductâ ſcilicet lineâ AC quæ 120 exapedas non multum ſuperet; nam aſſumpti utrinque ſemicollis viginti duarum, aut viginti trium exapedarum relinquentur tantum pro cortina 74 mediocri.

Secundò, ſi linea AC major fuerit, quam par eſt, poterit fieri angulus obtuſus AGC munitioni accommodatus.

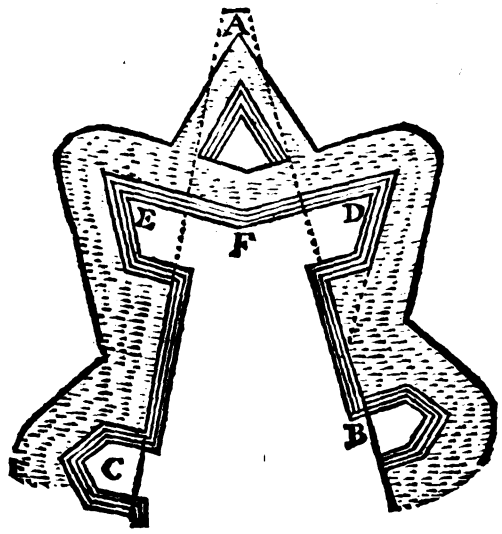
Tertiò, ſi angulus ABC fuerit ſaltem 60 graduum, poterit cedere in angulum defenſum extructo ſcilicet propugnaculo HIBKL.

Quartò, poteſt idem angulus à munitione ſeparatus, ad parmulam efformandam adhiberi.

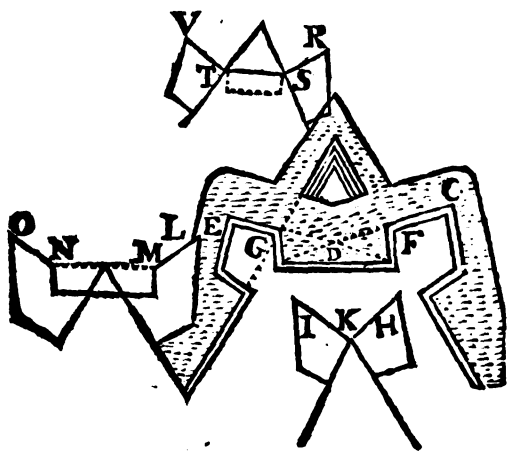
PROPO

PROPOSITIO XIII.

Altera correctio anguli acuti.

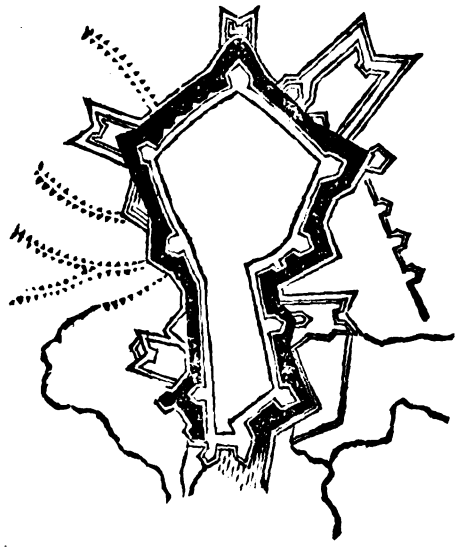


Sit corrigendus angulus acutus BAC. Formentur duo ſemipropugnacula E, & D, & forceps DFE cui opponatur parmula ut vides in figura.



2. Pro ſemipropugnaculis, integra propugnacula adhibeantur, & angulus acutus A in parmulam efformetur.

Hujus correctionis varia ſunt exempla. *Bergopſon* talem exhibet.

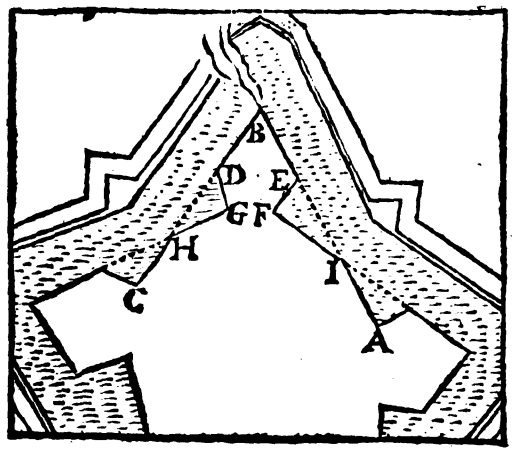


Poſſunt item uſurpari ſemipropugnacula conjuncta, ut vides in IKL, punctum tamen K defenſione caret, ideoque ſatius foret, ut parva cortina, cum duobus propugnaculis uſurparetur, ut vides in LMNO, vel RSTV.

PROPOSITIO XIV.

Tertia correctio Anguli acuti.

Cum angulus acutus omninò ineptus ſit munitioni, hanc adjicio correctionem. Dixi ſupra angulum polygoni ſaltem 60 graduum, poſſe mutari in angulum defenſum ſeu propugnaculi, quod nonnunquam facilè perfici poteſt. Ut ſi gulus ABC contineret 60 gradus, aſſumptis faciebus BD, BE circiter quinquaginta exapedatum

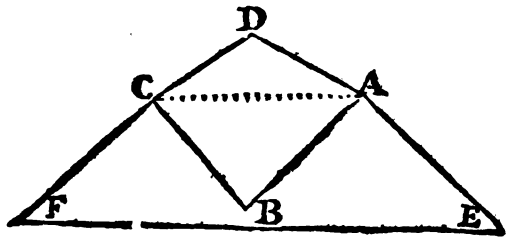


duo propugnacula deſcribo in A, & C, productiſque eorum faciebus in F, & G excito perpendiculares GD, FE, tum disjicio muros EI, DH, habenturque cortinæ non rectæ.

PROPOSITIO XV.

Prima correctio anguli interni.

Angulus internus facilè corrigitur, ſi disjici commodè poteſt. Si enim baſis ejus AC non ex-



cedat latus polygoni, facilis erit correctio, ſi nempe ducatur linea AC. Si verò linea AC multum excederet latus internum polygoni, ut ſi ducentas exapedas contineret, angulus externus CAD, pro interno ABC ſubſtituendus, foret, atque ita munitionis area fieret major, & anguli FCD, EAD fierent munitioni accomodatiores.

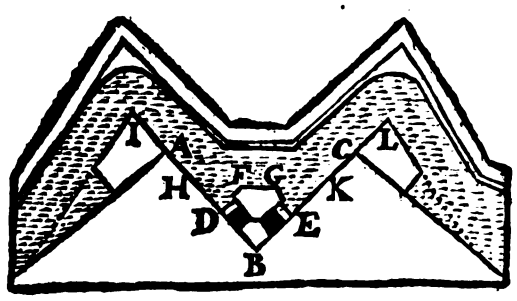
Denique ſi linea AC contineret 265 exapedas, tria latera ſupra AC conſtituenda eſſent, ut infrà ſum explicaturus, cum de ſubtenſis agam.

Digitized by Google

PROPOSITIO XVI.

Secunda correctio anguli interni.

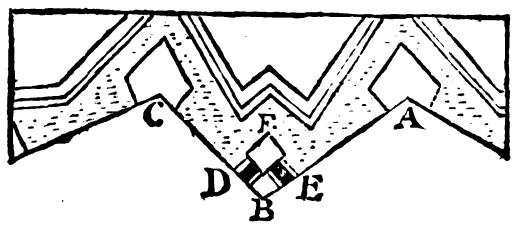
Secunda correctio anguli interni propugnaculum seu *plateforme* in ejus medio adhibet, ut si



proponatur angulus internus ABC muniendus, assumptis utrinque semicollis BD, BE 20 exapedarum, & lateribus DF, EG ducenda erit linea F G, & formanda semipropugnacula L, & I. Quamvis autem linea GF, ab alis nullam defensionem hauriat, sufficienter tamen à lineis integris HI, KL propugnatur.

PROPOSITIO XVII.

Tertia correctio anguli interni.



Si anguli A, & C angulo interno ABC adjacentes, acuti non sint, suis propugnaculis instruantur, modò tamen latera AB, B C singula 120 exapedas obtineant. Si enim breviora forent, vix possent facies propugnaculorum A & C, à propugnaculo medio BF defensionem habere.

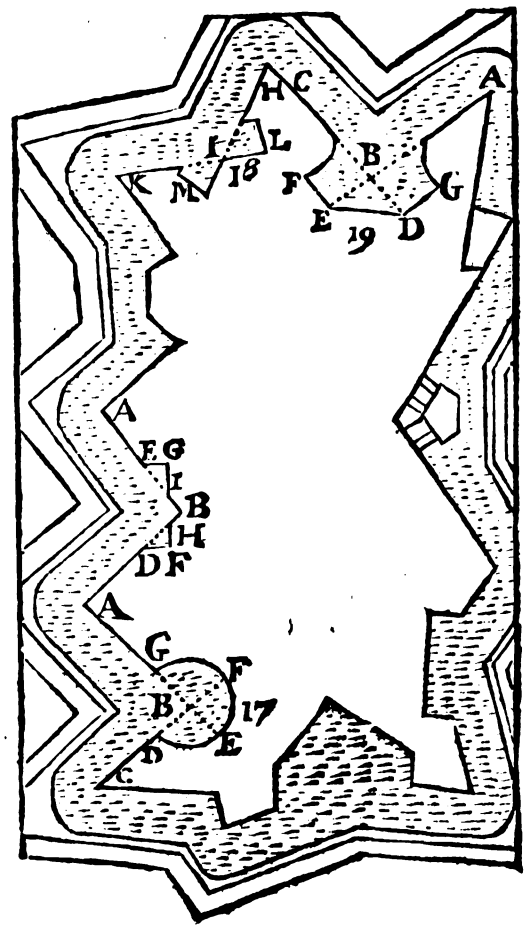
PROPOSITIO XVIII.

Quarta correctio anguli interni.

Defensio anguli interni, in ipsomet angulo constituenda est. Si ergo anguli adjacentes acutiores sint, quam ut propugnaculi sint capaces, sint tamen sat magni ut ipsi evadant anguli defensi, hoc est superent gradus 60. Ex puncto B ut centro intervallo 15 circiter exapedarum describatur circulus disjectis muris BG, BD, stationes tormentorum bellicorum, à quibus lineæ AG, CD suam defensionem haurient.

Possunt item formari alæ tectæ L, & M, ut vides in figura.

Commodius erit si cortinam ED, duasque alas DG, EF constituas, productis nempe lateribus



AB, CB, ita ut BE, BD 15 exapedas contineant, atque adeo angulus internus in duo semipropugnacula facilè dividetur.

PROPOSITIO XIX.

Quinta correctio anguli interni.

Optimus modus muniendi angulum internum, in duo propugnacula dividit, modò tamen anguli adjacentes sufficienter distent ab invicem. Ut si in lateribus angulum internum ABA comprehendentibus duæ facies AD, AE abscindantur, & duæ alæ DF, EG octodecim exapedarum, ducantur exinde cortinæ GI, FH, absoluta erit munitio. Neque verò necessariò totus murus DH, EI disjiciendus erit. Poterit enim vices promuralis obtinere, modo explosioni tormentorum bellicorum nihil officiat. Angulus autem IBH perseverare potest integer, cum nihil damni munitioni inferat.

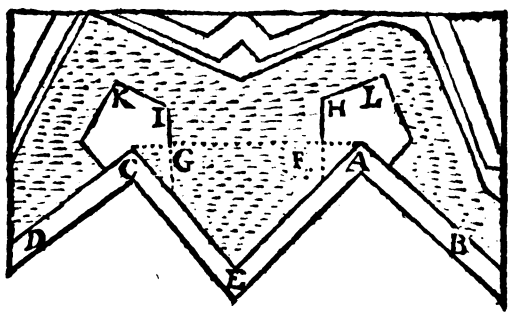
PROPOSITIO XX.

Sexta correctio anguli interni.

Hæc ultima correctio ducta linea AC, angulos BAC, DCA rectis non esse minores supponit, quos duobus propugnaculis more consueto instruit, hoc est abscissis duobus semicollis AF, CG octodecim aut 20 exapedarum, vel qnintæ partis lineæ

Digitized by Google

lineæ AC, excitentur perpendiculares HF, GI pro alis, & ducantur facies HL, IK, perficiantur-



que propugnacula. Possunt produci alæ IG, HF, usque ad lineas AE, CE.

PROPOSITIO XXI.

Stellatam munitiunculam emendare.

Stellatam munitiunculam in duobus punctis deficere existimamus, primò eò quòd apex anguli interni defensione careat. Secundò, quod alæ non satis tegantur, atque adeò tormenta bellica hostilibus machinis nimis sint exposita. Si ergo proponitur stellata munitio corrigenda, cujus tamen anguli defensi minores non sint gradibus 60, dico eam facilè emendandam productis scilicet lateribus CE, BE, angulum internum comprehendentibus, & abscissis lineis EF. EG 12 circiter exapedarum, denique ductis alis GH, FI, vel ad cortinam, vel ad stringentes perpendicularibus.

COROLLARIUM.

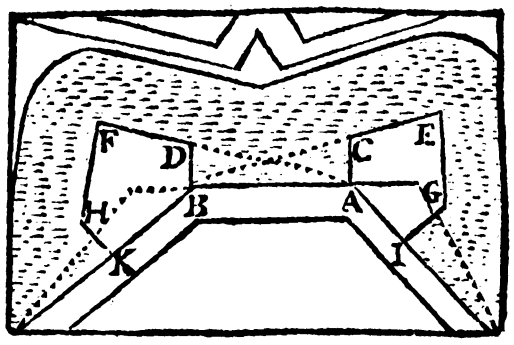
Ex his concludimus in munitionibus construendis, sæpe inutiliter parcitatem affectari, cum exagonum perfectum, vix aliquibus exapedis stellatam munitionem superet.

PROPOSITIO XXII.

Lineam breviorem munire.

Quamvis mathematicè loquendo, linea quæcumque muniri possit, propugnaculis ad eius longitudinem proportionatis, cum in charta muniamus lineam unius pedis; quia tamen vires hostium, & machinarum non propterea decrescunt, possunt propugnacula ita parva evadere, ut vim tormentorum non sustineant, ideoque latus figuræ 70 exapedis minus non admittimus: nempe ut hinc inde constitutis duobus semicollis, cortina convenientem longitudinem sortiatur; alioquin propugnacula congruam defensionem non habebunt, aut anguli defensi acutiores evadent.

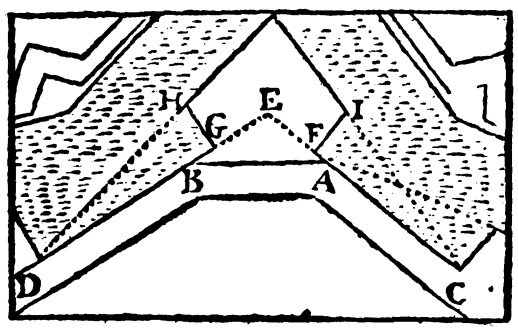
Proponatur ergo linea AB quinquaginta tantum exapedarum, ita ut ablatis hinc inde duobus semicollis 15 aut 16 exapedarum, cortinæ 18 aut 20 tantum supperterent. Excito in A & B duas perpendiculares AC, BD, singulas 18 circiter exapedarum, & duco duas stringentes BC, AD in quibus abscindo duas facies circiter 40 exapedarum,



& angulos E & F saltem graduum 60, ductis EG, FH, paulò longioribus, ita ut colla AI, BK 34 aut 36 exapedas contineant, atque ita propugnacula, non supra lineam breviorem, sed supra latera adjacentia excitantur.

PROPOSITIO XXIII.

Lineam quinquaginta exapedis minorem munire.



Linea AB quadraginta, aut quinquaginta exapedarum munienda proponitur. Supponuntur autem latera CA, DB producta, comprehendere angulum E non acutum.

Muniatur angulus E more consueto assumptis semicollis EF, EG ductisque ad lineas CE, DE perpendicularibus FI, GH prout ferunt tabulæ angulo E accommodatæ, hoc est si angulus E esset rectus utendum esset tabulis quadrati, si 108 gradus contineret, tabulæ pentagoni adhiberentur.

Parum autem interesset etiamsi propugnaculum totam lineam AB non occuparet, sed nonnullæ restarent exapedæ, & aliqua pars alæ, faciem oppositam non defenderet, modò eæ, quæ defendunt congruam longitudinem sortiantur.

Si verò angulus E ineptus esset, hoc est acutus, excitari posset cornutum ut supra docuimus.

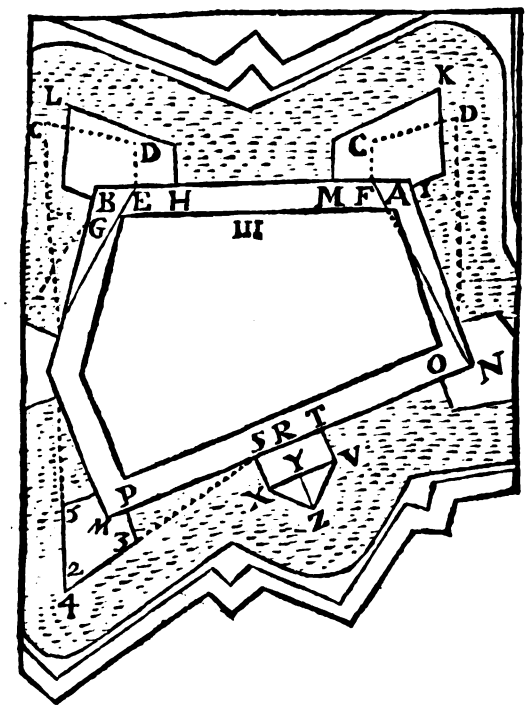
PROPOSITIO XXIV.

Lineam longiorem munire.

Hic casus multiplex esse potest. Primus sit cum apices propugnaculorum pluribus distant exapedis quam ducentis, ita ut maxima defensionis linea 130 aut etiam 140 exapedas superet. Si propugnacula nondum excitata sunt, admoveantur

Digitized by Google

tur fiantque viciniora, verbi gratia, ſit linea AB 150 aut 160 exapedarum, ita ut extructis pro-



pugnaculis per lineas punctuatas notatis maximæ defenſionis lineæ ED,FC 160 aut 170 exapedas habeant. Propugnaculum AK quantum poſſum admoveo, ita totum collum AM, in linea AB aſſumatur, idem præſto ex alia parte, atque ita lineæ defenſionis HK, ML breviores evadunt. Propugnacula quidem erunt irregularia, quod curandum non erit, ea enim pulchriora ſunt, quæ robuſtiora.

PROPOSITIO XXV.

Secundus modus muniendæ lineæ longioris.

Vide figuram præcedentem.

Secundus modus muniendæ lineæ longioris, propugnacula jam extructa ſuam defenſionem à media cortina haurire ſupponit, tunc autem adhiberi poteſt propugnaculum planum. Verbi gratia proponatur linea NM, quæ tanta eſt, ut linea defenſionis O4 longo intervallo ſuperet jactum majoris ſclopi, dividatur linea NM bifariam in R, aſſumptiſque duobus ſemicollis RT, RS, 25 circiter exapedarum, excitentur perpendiculariter alæ TV,SX ſaltem 18 exapedarum,tum linea XV dividatur æqualiter in Y, fiatque perpendicularis YZ, æqualis lineæ YV, ductis faciebus ZV, ZX propugnaculum abſolutum erit.

Hæc propugnacula plana robuſta ſunt, defenſionemque breviſſimam ſortiuntur.

Si linea propoſita tria polygoni latera contineret, verbi gratia 1350 exapedas,duo propugnacula plana excitarentur.

PROPOSITIO XXVI.

Tertius modus muniendi lateris longioris.

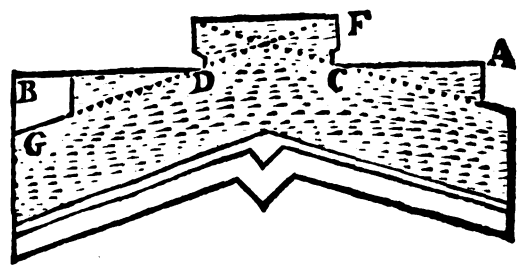
Vide figuram præcedentem.

Hæc propoſitio ſupponit propugnacula jam extructa, defenſionem ſtringentem ſolam admittere, nullam figentem, atque adeò nullam in cortina alam ſecundam haberi;dico tamen, modo anguli defenſi ſint ſatis magni,poſſe iis addi aliquid, ut defenſionem à media cortina ſortiantur: ut in figura præcedenti, propugnaculum M faciem ſuam 2,3,ita detortam habeat ut ſuam defenſionem habeat in puncto O ut breviorem obtineat.Nempe ex puncto R ducatur linea R3,4, producaturque altera facies 5,2,4, hæc correctio locum dabit propugnaculo plano: cavendum tamen ne angulus defenſus 4 minor ſit gradibus 60. Erit autem præcisè 60 graduum ſi ex puncto 3 ut centro, intervallo 3,5 arcum deſcribas, aliumque eodem intervallo ex puncto 5, hæc tamen praxis duplicem exigeret faciem novam, quod vitari debet ne fiant expenſæ inutiles.

PROPOSITIO XXVII.

Quartus modus muniendi lateris longioris.

Suppono propugnacula ſuam defenſionem ſortiri ex media cortina;ſed propter foſſam,propugna-



culum planum non eſſe extruendum, ne ſcilicet fiant expenſæ maximæ, In quo caſu alæ tectæ in ipſa cortina ſtatuendæ ſunt, verbi gratia cum propugnacula A & B ſint remotiora quam par ſit, diſjiciatur vallum CD, aſſumptiſque duabus aliis CF, DE exapedarum 18, adjectis etiam auriculis defenſio FG, jactum majoris ſclopi non excedet.

PROPOSITIO XXVIII.

Quintus modus muniendi lateris longioris.

Quintus caſus erit cum jam propugnacula extructa ſunt, angulumque habent 60 graduum,defenſionemque ſolam ſtringentem, ita ut nec propugnaculi plani, nec alarum tectarum ſint capacia, cum ſolam habeant defenſionem ſtringentem, eam adimendam eſſe non cenſemus, quare ad validam parmulam, aut cornutum recurrendum erit inſtruendum validiori vallo, & foſſa, quam communiter ſoleant opera externa.

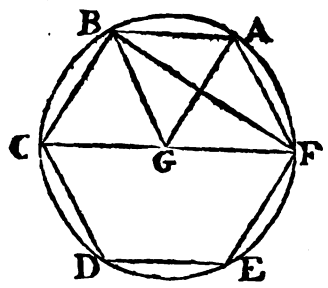
PROPOSITIO XXIX.

Sextus modus muniendi lateris longioris.

Supponit hic modus propugnaculis nondum extructis liberum eſſe mutare latus munitionis, in portionem

Digitized by Google

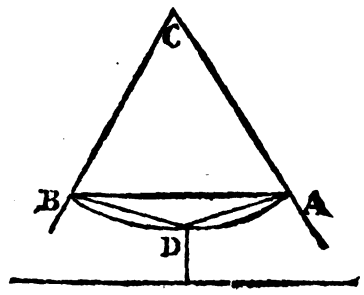
portionem polygoni, cujus capax eſt, & loco propugnaculorum planorum, alia duo aut tria ſecundum ambitum polygoni deſcribere, quæ methodus munitionis aream majorem reddit, eamque ad certam regularitatem revocat. Proponitur autem latus interius, aut exterius, conſiderandum autem



erit quam portionem polygoni ſubtendere poſſit linea data, quod facilè indicabit tabula ſubtenſarum, quæ ſunt lineæ ſubtendentes duo, aut tria latera polygoni. Ut in figura 114 linea FB eſt ſubtenſa duorum laterum exagoni, & linea FGC trium. Tabula igitur exhibet longitudinem ſubtenſarum, duorum, trium, quatuor laterum. Supponamus verbi gratia exagonum, ita munitum, ut maxima defenſionis linea 120 exapedas adæquet, inſcriptum ſit circulo ABCDEF, ita ut lineæ AB, BC ſint eius latera, linea FB, ſubtendens latera AB, AF, habebit 205 exapedas, ſemidiameter AG, ſicut & latus AB 118, linea FGC ſubtenſa trium laterum, quæ in exagono eſt ſemidiameter 236 exapedas habet.

Idem ſupputandi modus adhibetur pro latere externo, hoc eſt ita ut propugnaculorum apices, in circumferentiam circuli AB, CD. Cadant, verbi gratia in exagono ſubtenſa duorum laterum externorum AB, AF eſt 277 exapedarum, ſemidiameter 161 ſicut & latus exterius.

Praxis autem ſubtenſarum ita habet, proponatur linea AB 240 exapedarum, exterius munienda, hunc numerum quæro in tabula polygoni interni, eumque invenio in columna duorum laterum ſub titulo IX ſeu enneagoni, cum diametro



187, circinum aperio ad 187 exapedas, & ex A & B ut centris, deſcribo arcus, ſe interſecantes in puncto C, ex quo ut centro, deſcribo arcum ADB, dividendum bifariam in D, ductiſque lineis CB, CA, CD, quæ ulterius productæ, capitales exhibent, quare more conſueto ſecundum enneagoni tabulas munitio abſolvetur.

Eadem praxis uſurpanda, ſi linea AB proponatur tanquam latus exterius, cum hac tamen differentia, quod capitales intra circulum ducuntur.

Tabula ſubtenſarum polygoni interni.

Polygonum.	Semidiameter.	Latus internum.	Subtenſa. 2	Subtenſa. 3	Subtenſa. 4	Subtenſa. 5
V.	96	113	182			
VI.	118	118	205	236		
VII.	141	122	221	275		
VIII.	164	125	232	303		
IX.	187	128	240	324	368	
X.	210	129	247	339	399	
XI.	233	131	252	352	424	461
XII.	256	132	256	362	444	494

Tabula ſubtenſarum polygoni externi.

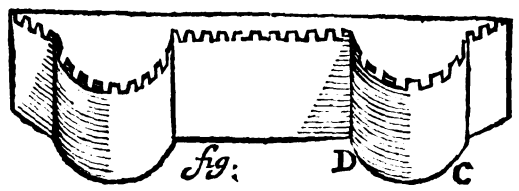
Semidiameter.	Latus externum.	Subtenſa. 2	Subtenſa. 3	Subtenſa. 4	Subtenſa. 5
118	162	262			
161	160	277			
183½	159	287	357		
206½	158	292	382		
229½	157	295	393	452	
253	156	297	410	481	
270	155	298	417	502	547
299½	155	299	424	519	579

Digitized by Google

PROPOSITIO XXX.

Primus modus munienda urbis mœnibus cincta.

Antiqua munimenta ſolis muris, turribus & foſſa conſtabant, muris modò communiter val-



lum aggeſta humo additur, ut tormentis bellicis reſiſtant. Turres item eadem humo implentur, ſed quamdiu in ea diſpoſitione nulla fit mutatio, vix ac ne vix quidem ad mediocrem defenſionem reducuntur.

Primus igitur muniendæ urbis mœnibus cinctæ, erit, modo tamen id patiatur eius area, ut excitetur vallum conveniens, cujus aggeſtam humum vetera mœnia cohibebunt ne diffluat. In

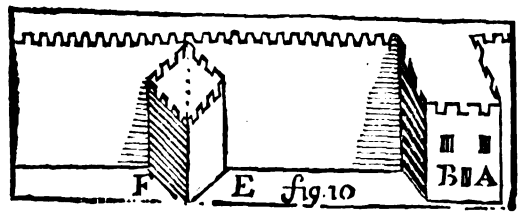


fig. 10

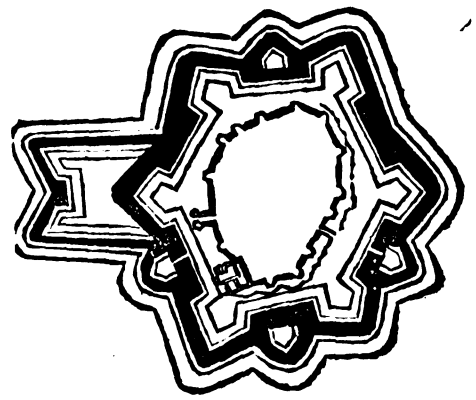
angulis item propugnacula extruantur, quæ turres ambiant: quia autem ut vidimus intra majus propugnaculum aliud minus componi poteſt ſi turris quadrata fuerit, angulumque ad hoſtes obverſum habeat, loco minoris propugnaculi eſſe poterit, vel ſuggeſti tormentorum bellicorum, relictaque foſſæ mediocris vallum propugnaculi conſueto more excitabitur. Cavendum tamen ne humus quâ vallum conſtat, veteri muro tam citò adjungatur, ne eum disjiciat.

PROPOSITIO XXXI.

Secundus modus munienda urbis mœnibus cincta.

Urbes mœnibus cinctæ exterius, non internè muniantur, ne ſcilicet imminuatur earum area, hoc eſt antiqua mœnia conſerventur, ne priventur ornamento, & præſidio quod jam habent, ſi enim vel tantillum ad defenſionem accommodentur, loco munimenti erunt, quod ſæpè honeſtæ deditioni locum dabunt. Novum igitur vallum more conſueto ultra antiquam foſſam extruatur, relicto tamen ſpatio, tam ad ducenda tormenta bellica, quam ad obeundas militares functiones. Non tamen ad amuſſin ductum antiquorũ mœnio-

rum ſequimur, anfractuſque ſi qui ſint infringentes, novum vallum quantum fieri poteſt ad regularitatem reducimus. Ut autem id facilius exequamur, urbis antiquæ diagramma exactè deſcriptum habeatur, fiant item variorum polygonorum diagrammata, ad eandem ſcalam exacta, & in charta oleo inuncta exarentur, ut per ſuperpoſitionem examinetur, quodnam melius congruat, præferendo ſemper polygona pauciorum laterum, cum ſatius ſit pauciora & majora, quam plura & minora habere propugnacula, ſi verò nulla regula-

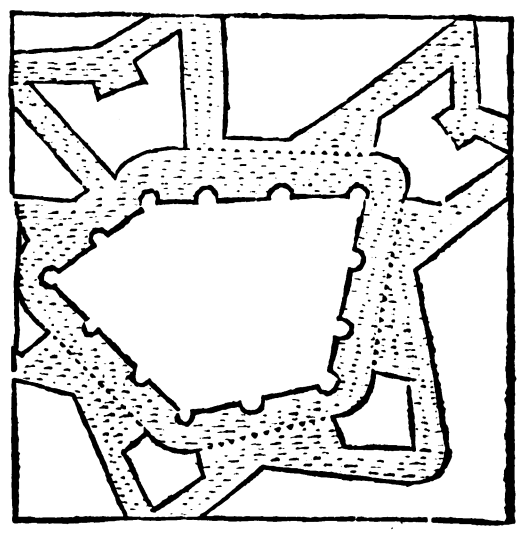


ris figura ſatis accommoda occurrit ad irregularem confugiendum eſt, ut vides in Burich uſurpatum.

Determinata figura ad praxim deſcenditur, infixis palis in ſingulis angulis, ut valli ichnographia in ſolo exaretur, Antiqui muri & foſſa retinentur.

PROPOSITIO XXXII.

Tertius modus munienda urbis mœnibus cincta.

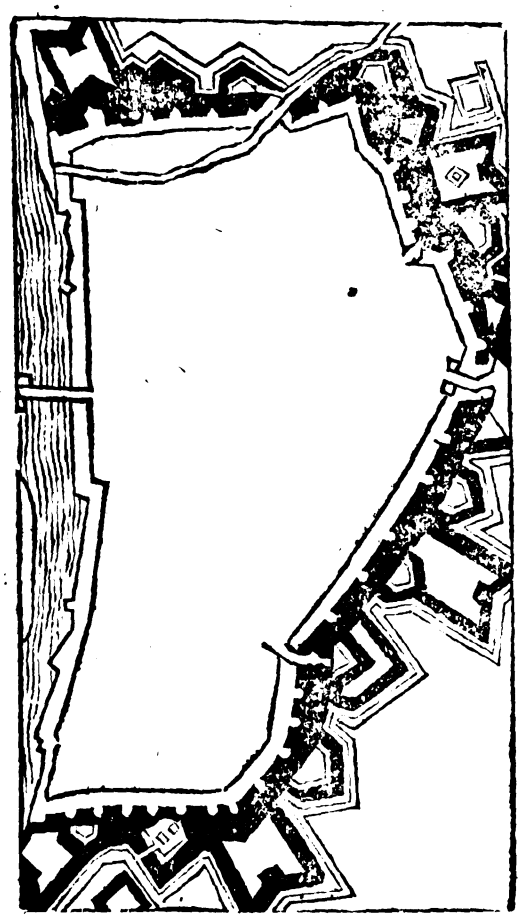


Tertius modus muniendæ antiquæ urbis, opera externa adhibet, ut parmulas & cornuta, idque duplici modo, primò ita ut parmulæ ultra foſſam poſitæ, ſuam defenſionem ab antiquis muris mutuentur, ſecundò ita ut opera externa alas habeant, ſeque mutuò defendant, ſintque propugnacula ſeparata. Cum enim communiter propugnacula nullam à cortina defenſionem hauriant, hæc quamvis ſeparata æquè reſiſtent hoſtibus, ac ea quæ cortinà conjunguntur.

Poſſunt

Digitized by Google

Possunt item alia opera externa adhiberi, nempè cornuta, & coronata, ut videmus usurpatum in urbe Trajecto, *Maestric*, quæ simplici muro nonnullisque turribus cingitur, sed opera externa vi-

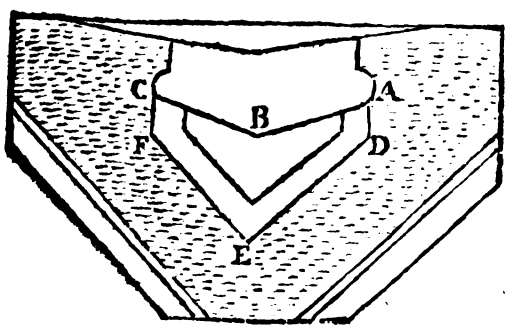


cem vallorum & propugnaculorum obtinent, eamque optimè muniunt; sex enim cornutis instruitur, & quatuordecim, sive parmulis, sive Lunulis. Extructas item habet in cornutis tormentorum stationes. Ex quibus concludo quod si ab initio vallo simplici, suisque propugnaculis instructa fuisset hæc urbs, multò minoribus expensis robustior evasisset. Tanti interest non temerè, & sine consilio munimenta munimentis adjungere.

Si tamen absolutè ad opera externa sit confugiendum, secundam methodum Comitis De Pagan aliis omnibus præferendam censeo, eò quòd ambitum integrum contineat, ita ut si nullam convenientem altitudinem, & crassitiem habeant, defectum primi valli facilè suppleant.

PROPOSITIO XXXIII.

Correctio vallorum antiquorum.



Antiqua valla sæpe expensas, possunt minuere, eorumque correctio tanti momenti videtur, ut prætermittenda non sit. Primus error erit si propugnacula angulum defensum obtusum habeant, qui facilè corrigitur adjectis duabus faciebus, quæ angulum acutiorem comprehendant. Ut si proponeretur angulus obtusus ABC, illi adderetur vallum DEF, auctis nonnihil ejus alis. Hoc secundum vallum, ab antiquo propugnaculo relicta fossa sejungi posset.

Secundò in antiquis vallis propugnacula communiter nimis removentur ab invicem; sed propugnaculum planum, aut parmula, alii que modi suprà traditi huic incommodo obviam eunt.

Tertiò altitudo nimia vallorum nociva est ut diximus; quare si materia quâ constant in alia opera expendatur facilè ad altitudinem convenientem reducentur. Promuralia item ita alta, ut viæ tectæ imperitent, valli nimis alti vices obeunt.

Quartò casas armatas in alis constituebant Antiqui. Potest tamen facilè statio tormentorum inferior in ipsopromurali collocari. Atque ita prudens architectus defectus omnes veterum vallorum corriget, eaque secundùm regulas diriget.

PROPOSITIO XXXIV.

Suburbia nociva sunt.

Suburbia urbibus damnum inferunt, cum hostem accedentem tegant quare satius urbis ambitum majorem describere, quam addere suburbia. Quare domus horti, sylvæ circa urbem non solum ad majoris sclopi jactum; sed etiam ulterius auferenda sunt, voragines & viæ profundiores solo æquandæ, quidquid denique accedenti hosti favere potest tollendum. Ex quibus concludo si tanta sit civium multitudo, ut suburbiis carere non possint, ea diligenter munienda esse, cornuto aut coronato, aliisque munimentis.

PROPOSITIO XXXV.

De munitionibus montanis.

Situs montanus aliàs cuicumque alteri præferebatur. Primò quia urbes in montibus sitæ, aëre puriori, & salubriori fruuntur.

Secundò quia tormentis hostilibus minus exponuntur.

Tertiò scalis admotis non expugnantur propter valli altitudinem.

Quartò minoribus expensis muniuntur, cum sæpe sola egeant lorica.

Sua item habent incommoda, sæpe enim altitudo regit hostem accedentem, & ad radices montis fossor cuniculatius securus delitescit. Si figura in aliquo deficiat incorrigibilis est, ob sumptus immensos. Aquæ penuria laborant, & difficillimè commeatus transmittitur. Nihilominus situs hic non rejicitur.

Modus muniendi communis in muniendis locis montanis usurpatur, nisi quod exscindenda est rupes secundùm munitionis figuram, antequam extruatur. Adduntur profundiores fossæ, in rupe excisæ, ad avertendos cuniculos. Propugnacula duplicia & etiam triplicia excitantur, aut promuralia, aut opera externa quibus quasi per gradus

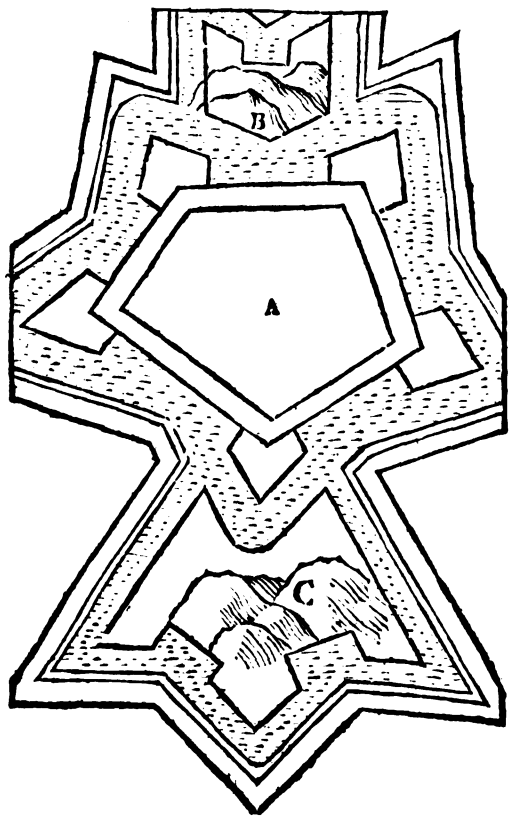
Digitized by Google

dus ad agrum ſuburbanum deſcendatur, ſicque nimia valli altitudo corrigitur.

PROPOSITIO XXXVI.

Primus modus corrigendæ munitionis cui collis imminet.

Primus modus corrigendæ munitionis cui collis imminet, eundem collem aliquo opere externo



præoccupat; nam cornuta, & coronata in hunc præcipuè uſum admittuntur. Si locus urbi imminens extenſus non eſt, totus cornuto, aut forcipe, aut coronato occupetur, ſi majus ſpatium habeat, pars ejus aliqua munitionibus inſideatur ut ex æquo cum hoſte pugnetur. Verbi gratia ſi collis B aut C munitioni A immineret, cornutum, aut coronatum adhibendum eſſet. Si vero primo colli, alius altior immineret, duo opera externa extruenda eſſent, quod ſine maximis impenſis maximoque præſidiariorum numero præſtari non poteſt. Ex quibus concludo loca collibus, & montibus vicina, quantum fieri poteſt evitanda eſſe, ut inepta, aut ſaltem minus commoda.

Modus autem deſcribendorum hujuſmodi cornutorum, & coronatorum communis, eſt & ad eum ſpectant ea quæ de ſubtenſis diximus. Convenit item ut prudens architectus circumſtantiis omnibus in ſuum emolumentum utatur.

PROPOSITIO XXXVII.

Secundus modus corrigendæ munitionis cui collis imminet.

Quamvis colles qui urbi imminent ſint paulò remotiores, ita ut tormenta bellica magnam vim ad diſjicienda valla non habeant, multum tamen obſeſſis nocent, ſi à tergo munitiones detegant. Cui incommodo Arx Veſuntina fuit obnoxia, ita enim tormenta bellica, mediam ejus aream, & plateam, ruderibus adhuc plenam impetebant, ut ejecti circumquaque lapides, magnam præſidiariorum ſtragem ederent. Cui malo obviam imus in hac propoſitione.

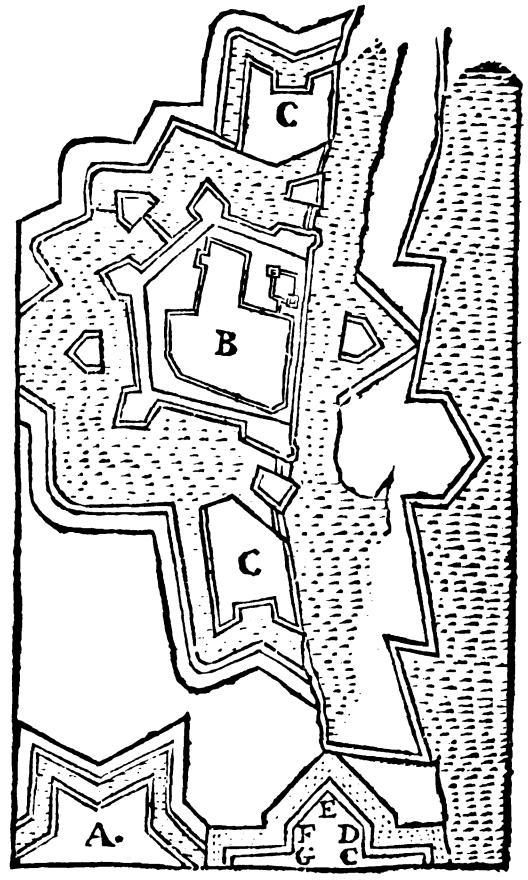
Primò quidem lorica debet eſſe altior, ita ut tribus aut quatuor gradibus in eam aſcendatur ſic, enim ſtatio vallaris tecta erit, cum ex tanta diſtantia qui in ea conſiſtunt non videantur.

Si verò præterea ædes, & vallum oppoſitum, quod à tergo videri ſuppono tegendum ſit, excitetur poſt vallum agger convenientis longitudinis. Lapideus eſſe poterit ad altitudinem loricæ. Supra tamen ſola aggeſta humo conſtabit, cum ea acclivitate, quæ ad ſuſtentandam commodè humum requiretur, neque ullum erit periculum, etiamſi mollem aſcenſum habeat, cùm ſit intra urbem. Ejus latitudo erit trium exapedatum, ſolaque aggeſta humo conſtabit, ne diſſilientes lapides præſidiarios milites vulnerent. Mihi videtur hujuſmodi aggere, ſatis tegi totam arcem, irritumque reddi illud omne emolumentum, quod ex colle perciperet hoſtis. Expenſæ item multò minores ſunt, quam quæ in excitandis coronatis, & cornutis fiunt.

PROPOSITIO XXXVIII.

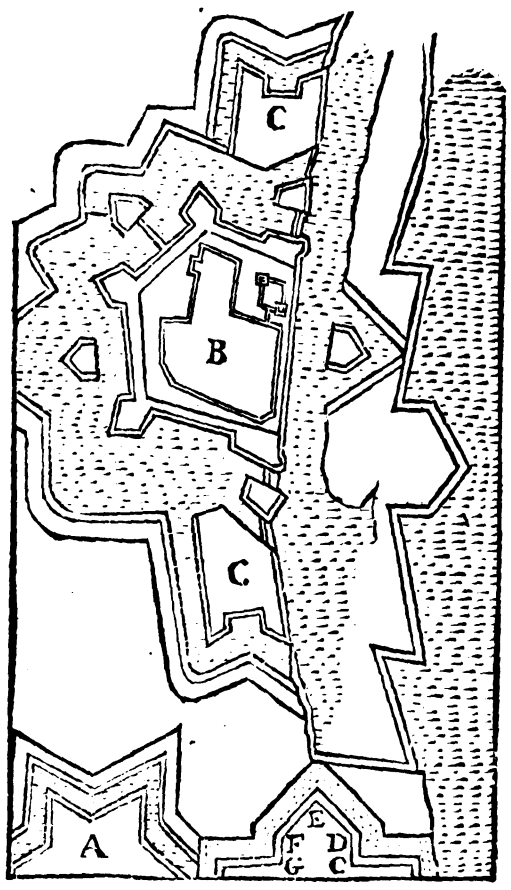
De locis inſularibus muniendis.

Loca inſularia, aut quæ ad ripam fluminum ſita ſunt facilè muniuntur, cum ea parte, qua fluvio lato & profundo alluuntur, nec propugnaculis, nec vallo valido indigent; ſed valdè ſimplici, anfractuoſo tamen, humeris & alis inſtructo. Alarum longitudo erit 14 aut 15 exapedarum. Poſ-



ſet in medio excitari propugnaculum ſolis conſtans faciebus, ut in iis tormenta bellica collocentur,

tur, vel propugnaculum planum. Adversa ripa libera ne telinquatur, sed aliquibus munitionibus occupetur. Si fluvii modica sit latitudo hæ muni-



tiones minores erunt, suamque defensionem à vallo principali haurient. Sufficiet igitur parmula, aut propugnaculum planum cujus facies DE, EF 40, alæ 20, capitalis 48 exapedas obtinebit. Si fluvius fuerit latior munitiones adversæ ripæ majores erunt, ita ut defensione principalis valli non egeant, ideoque vel semistella A vel semi octogonum duobus stipatum cornutis, vel propugnaculum integrum, cum duobus semipropugnaculis, duabusque parmulis, quæ opera vallo, loricâ fossâ & viâ tectâ instruantur, quorum crassities, varia est, prout majorem, aut minorem resistentiam in iis requirimus.

Ita ne ab hostibus occupentur pontes munimus, non tantum quos in urbium portis excitamus, sed quos in circumvallationibus, ad quarteriorum communicationem fluviis imponimus.

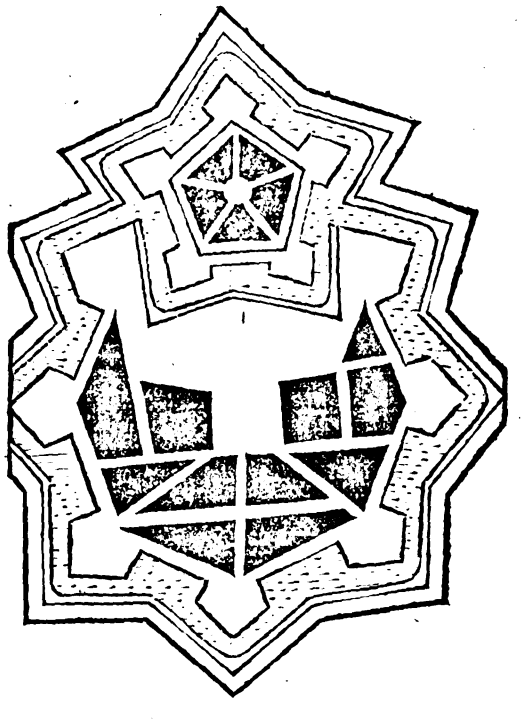
Cùm fluvius in urbem influit, per mediam cortinam admittatur, ut hinc inde duabus propugnaculis defendatur. Si fluvii latitudo modica sit aperitur arcus in cortina duplici crate ferrea munitus; si verò major sit ejus latitudo, nempe quæ totam cortinam occupet, catenæ ferreæ idemtidem naviculis aut palis sustentatæ, vel per trabes longas trajectæ totum fluvium occupent, quæ singulis noctibus adducantur. Si modica sit fluvii altitudo, aut æstate arefiat, utraque ripa vallo muniatur alis instructo, quarum superiores ad ingressum fluvii spectent, inferiores ad egressum. Non aliter portus muniuntur, quam excitando arcem, aut munitionem quæ eorum ostiis dominetur, & naves aditu prohibeat. Qui verò longius à mari distant munitionibus non egent, si antea loca munita occurrant ut Venetiis.

Arces insulares modicis munitionibus instruuntur, propugnacula quantumvis acuta admittuntur, cum nullis tormentorum stationibus exponantur. Ideoque anfractuosum vallum videtur sufficere.

Urbes ad mare sitæ, quâ tellurem spectant munitiones consuetas exigunt, quâ verò ad mare vergunt, propugnaculum, aut aggerem, ut in eo tormenta bellica collocentur. Convenit item humiliorem aliquam stationem habere, cujus tormenta bellica aquæ superficiem perstringant. Quæ ne ab hostibus occupetur loricam altiorem habeat, & feneſtellas quæ claudi possint, syrtes item, & scopulos objectos habeat, ne sit facilis accessus.

PROPOSITIO XXXIX.

De Arcibus.



Communiter urbibus arces, aut castella adjungimus. Primò ut cives in officio contineantur, præcipuè si sit defectionis periculum. Secundò ad majorem urbis defensionem.

Situs arcis, non medium urbis, sed extremitatem aliquam occupet, ut liber sit ingressus ad excipiendum commeatum, & præsidium, etiam urbe ab hostibus occupata, oportunitas tamen situs nonnullas arces, in urbis medio collocavit.

Arces urbibus dominentur, si verò in planitie fuerint, aggerem habeant seu suggestum altissimum, quo hunc dominatum obtineant.

Urbis ædes ne sint arci contiguæ; sed 50, aut 60 exapedæ saltem interjiciantur. Urbs ne sit munita contra arcem, arx verò contra urbem muniatur. Figura arcis communiter pentagona est, cujus duo propugnacula ad urbem obvertuntur tria verò exterius spectant. Duo ergo ultima urbis propugnacula longiores habent facies, quæ ad cortinas arcis perpendiculariter incidunt, ex qua directè tam foris, quam exterius videntur. Figura arcis quadrata imperfecta est. Exagonum nimium est.

PROPOSITIO XL.

Commoda & incommoda plurimorum ſituum.

Arces in montibus extructæ aëre puriori fruuntur, Tormentis hoſtilibus & ſæpè cuniculis minus exponuntur. Facilius & ſine maximis expenſis muniuntur, difficillimè expugnantur. Ut *Briſacum*, *Perpinianum*, &c.

His tamen incommodis ſubjacent. Altitudo nimia hoſtem adventantem tegit, hujuſmodi arces ut plurimum aqua carent, regulariter muniri non poſſunt, difficilemque habent commeatus transvectionem.

Munitiones in planitie excitatæ, humum ut plurimum munimentis excitandis accommodam ſortiuntur, regulariter muniuntur, & opera externa quælibet admittunt, & commeatum facilè excipiunt.

Incommoda ſunt hæc, Pinguior humus facilè cuniculos admittit. Caſtra etiam hoſtilia facilè muniuntur, & commeatum undique excipiunt. Arces in locis uliginoſis & paluſtribus excitatæ, validis munitionibus numeroſoque præſidio non indigent, eò quòd hoſtes nec lineas obſidionales, ducere, nec tormentorum ſuggeſta facilè excitare poſſint, ſed aliunde materies & humus tranſvehenda ſit.

Expenſæ tamen ſunt maximæ dum extruuntur, eò quòd pali ſuffigendi ſint. Secundò aëre craſſiori & ſæpe peſſimo utuntur.

Munitiones inſulares aut ad ripam fluminum ſitæ. Habent id commodi, quod latus ad aquas obverſum facilè muniatur ut Portus Gratiæ, Tolonum, San-Maclovium, Rupella. Præſidiariis paucis egent, facilè commeatum, & ſubſidium admittunt, quod vidimus Candiæ, cujus ingreſſum nunquam impedivere Turcæ.

Incommoda autem ſunt inundationes, quas prohibere non poſſunt ſine maximis impenſis ut Amſtelodami. Sæpe fluvius in urbem cum damno immittitur. Denique urbes maritimæ, ſubitis claſſium impugnationibus ſunt obnoxiæ.

Ex quibus concludimus ut ſeligatur locus munitioni excitandæ opportunus multa perpendenda eſſe, nempe an aër ſalubris ſit, an ſolum fertile, & ad opera conſtruenda accommodatum, multaque alia hujuſmodi.

ARCHITECTURÆ MILITARIS LIBER QVINTVS.

De operibus ad impugnandas urbes neceſſariis.

ARCHITECTVRA militaris non verſatur tantum in muniendis urbibus; ſed in oppugnandis ſuam etiam operam navat, multaque opera molitur, quibus priora deſtruat, & aggreſſores tueatur. Vrbes aggredimur, vel clandeſtina, & repentinæ oppugnatione, vel aperto marte. Primus modus nihil commune habet cum Architectura militari, ſoliſque ſcalis, aut inſititio tormento indiget quod perfringendis foribus admoveatur. Scalæ nihil ad hanc partem pertinent, inſititium tormentum ſuum habet in pyrotechnia locum. Sola igitur reſtat oppugnatio ordinaria, quæ hæc ab Architectura militari mutuatur. Primò caſtrametationem, ſeu methodum muniendorum caſtrorum, tam contra urbem obſeſſam; quàm contra exteros. Secundò lineas quas acceſſuum vocant, ad foſſam uſque producendas. Tertiò ſuggeſta tormentorum. Quartò vineam qua foſſa tranſmittitur. Quintò methodum inſidendi, ſeu occupandi valli. De quibus ſingulis ordine dicam in hoc libro.

PROPOSITIO I.

De caſtrametatione in genere.

Quamvis Antiqui tres habuerint caſtrorum ſpecies, hyberna, æſtiva, ſtativa, nos hujuſmodi diſtinctionibus non egemus, ſed alias tres ſpecies proponemus. Prima ſpecies erit caſtrametationis, quæ in unicam tantum, aut alteram noctem adhibetur, eo tantum fine ut exercitum à repentino hoſtium impetu ſecurum præſtet,, ideoque munitiones modicas exhibet, & quæ in diſceſſu facilè ſolo æquentur.

Secunda ſpecies munitiones habet robuſtiores, quando ſcilicet exercitus hoſtem aperto marte non impugnat; ſed aliis modis fatigat, atque adeo tales adhibet munitiones, ut ad pugnam capeſſendam invitus adigi non poſſit. Hæc caſtra ſæpè mutantur, ſequunturque omnes hoſtium motus, niſi forte occurrat ſitus opportunus, qui hoſtes ſiſtat, omniaque eorum molimina præpediat. Hujus exemplum habemus ſuperioribus annis, nam Princeps Condæus in Alſatia ita caſtrametatus eſt, ut impugnari non poſſet, omniaque hoſtium conſilia diſturbaret. Tertia ſpecies erit caſtrorum obſidionalium, quæ cum in multa diviſa ſint, vocantur quarteria.

Licet caſtra quæ in unicam tantum noctem ponuntur

Digitized by Google

nuntur minoris ſint momentis, prudentiam tamen Ducis requirunt, præcipuè dum in hoſtili regione habetur iter. Præmittuntur communiter equites, ut ſeligatur locus oportunus, quem pedites vallo 6 pedes alto, 4 aut quinque craſſo communiunt, quo perfecto quilibet ſua tuguria extruunt, extenſis ſcilicet perticis, quas ſtramine, & paleis tegunt. Quæ ſi deficiant, ſub tentoriis curruum milites degunt.

Antiqui ſua tentoria habebant quæ uſurpant etiam modò Turcæ, 20 aut 34 ſub uno tentorio dormiunt, quilibet enim, etiam præcipui, humi jacet, parvumque tapetem pro lectulo habet. Currus tormentorum bellicorum totuſque eorum apparatus in medio caſtrorum collocantur, peculiarique vallo cinguntur. Nonnulla tormenta ſuis curribus impoſita, ad eam partem diriguntur, qua præcipuè timetur hoſtis. Tum diſpoſitis vigilibus quieſcit exercitus. Illuceſcente die datur ſignum ad convaſandum nec prius diſceditur, quam vallum ſit ſolo æquatum. Aliæ caſtrorum ſpecies majorem cautelam robutioreſque munitiones requirunt. Hæ communiter conditiones exiguntur.

Prima ne collibus, aut montibus ſubjiciantur, ne his locis altioribus occupatis, impugnentur, aut videantur ab hoſte.

Secunda longiùs à ſylvis ſtatuantur, ne detur inſidiis locus, aut repentina hoſtium irruptione impugnentur.

Tertia, ne locus ſit humilior, & fluminum eluvionibus obnoxius.

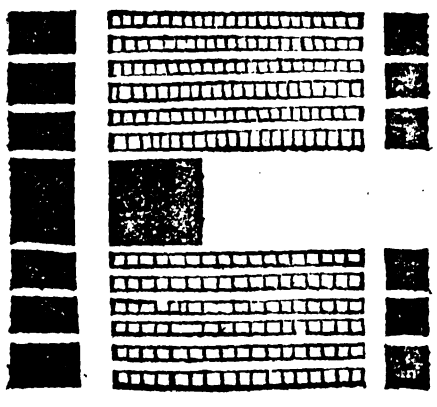
Quarta, ne tamen aquæ penuria laboret, opportunus videtur locus juxta fluvium, per quem commeatus importetur, cujus maxime ratio haberi debet, præcipuè vero ut equitatui ſufficiat.

Quinta caſtra obſidionalia, ab urbe obſeſſa ſaltē jactu majoris bombardæ diſtent, niſi fortè loca occulta occurrant. Non unica collocantur ſed plurima, quæ propterea quarteria dicuntur, ita diſpoſita ut ſibi mutuò lineiſque omnibus obſidionalibus opem ferant.

Pleræque ex his conditiones Architectum militarem non ſpectant, iiſque propterea non immorabor.

PROPOSITIO II.

Unius legionis caſtrametatio.



Longitudo loci uni legioni aſſignandi, longitudinem ſeu altitudinem trecentorum pedum continet, latitudinem variam pro vario turmarum, ſeu centuriarum numero. Cuilibet centuriæ ſub altitudine trecetorum pedum, latitudo pedum 24 conceditur, tuguriorum duo ordines. Quodlibet tugurium octo pedes in profundum, & 7 in latum occupat, relinquuntur duo pedes vacui inter ejuſdem ordinis tuguria, inter ordines via octo pedum, ad quam ſpectant tuguriorum portæ.

Horum 300 pedum longitudinis centurionis caſa 40 obtinebit, 20 via interjecta in qua ſcilicet arma deponuntur, ducenti pedes conſequentes tuguriis aſſignantur, ſuntque 25 tuguria in ſingulis ordinibus. Tuguria propolarum reliquos 20 pedes ſibi vendicant. Duo prima tuguria, & ſubcenturioni & vexillifero tribuuntur, habentque fores ad caſam centurionis obverſas. Si turma eſſet 150 militum, tres ordines ſibi vendicaret, duaſque vias interjectas, ſeu pedes 40; ducenti milites pedes 56.

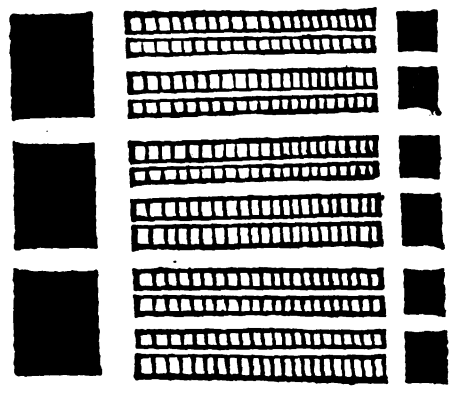
Caſa ducis ſtabulum habet & culinam.

Ex his menſuris facilè totius legionis latitudinem determinabimus, ſecundùm numerum centuriarum, diviſa legione in duas partes, quarum una lævam, altera dexteram obtinet.

Relinquuntur pedes 68 in medio tuguriorum pro caſa Tribuni, & Protribuni aliorumque officialium, nempe Capellani, Chirurgi cæterorumque. Atque ita 500 pedites exigunt in latus pedes 228, 600. 260. 700. 292. 800. 324. 900. 356. 1000. 388. 1100. 420. 1200. 452. 1300. 484. 1400. 516.

PROPOSITIO III.

Caſtrametatio equitatus.



Centuria 100 equitum ſub eadem longitudine 300 pedum continetur, latitudinemque exigit 70 pedum, diſtribuenda in duos ordines tuguriorum, totidemque ſtabulorum. Latitudo tuguriorum, pariterque ſtabulorum ſit octo pedum. Stabula ſunt in medio, tuguria in extremitate, via inter tuguria & ſtabula interjecta quinque pedes obtinet, aliaque inter ſtabula 20. Fores cujuſlibet tugurii ad ſtabulum obvertuntur. In capite locus Præfecto deſtinatus 40 pedes habet, in longum ſub eadem latitudine 70 pedum. Sequitur via 20 pedes lata, tum tuguria & ſtabula 200 pedes obtinent. Reliqui 20 pedes tuguriis propolarum concedunt. Inter utramque centuriam interjicitur via 20 pedum. Tres centuriæ duas habent vias interjectus, præter alias tres inter ſtabula. Quare duæ turmæ exigunt locum latum pedes 160, tres 240; quatuor 320, quinque 400, ſex 480, ſeptem 560, octo 640, novem 720, decem 800. Tribunus degit in capite ſuæ centuriæ, ſicut & alii Præfecti.

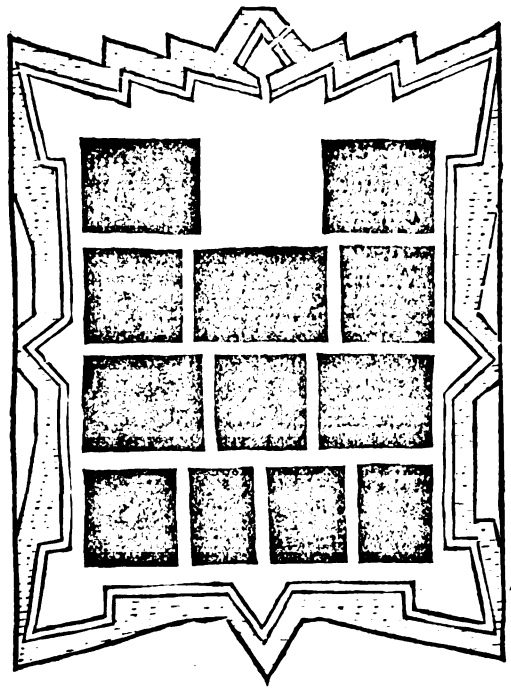
Digitized by Google

PROPOSITIO IV.

Caſtrametatio generalis, ſeu quarterii, aut exercitûs integri.

Caſtrametatio totius exercitûs, aut plurimarum legionum facilè ex ſupradictis determinabitur, modò ſcripto habeatur numerus militum ſingularum legionum. Figura in caſtris communiter uſurpata rectangula eſt, quamvis aliæ polygonæ poſſent nullo negotio adhiberi & oportunius muniri, quia tamen talis conſuetudo invaluit, eam etiam uſurpabimus.

Notandum autem quod cum altitudo, ſeu longitudo ſingularum legionum eadem ſit nempè 300



pedum ſeu 50 exapedarum, tranſverſales viæ rectæ erunt, ſibique invicem reſpondebunt, quia verò numerus militum ſingularum legionum idem non eſt, viæ in caſtrorum longitudinem extenſæ, in directum non jacent. In ſummitate caſtrorum relinquitur area, quæ & fori vicem habet, & in qua adunantur milites, priuſquam ſtationes ſuas petant.

In praxi vero, Architectus funiculum adhibet in exapedas diviſum, & regulam in pedes diſtinctam. In ſingulis extremitatibus angulum rectum efformandum habet, paloſque in ſingulis angulis infigendos, diſtinguendo ſingulas legiones, ſingulis coloribus. Celeritate opus eſt, eò quòd urgeatur à militibus, qui tuguria ſua maturo componere volunt, ideoque prima diviſione contentus ſit, ſubdiviſiones aliis relinquat,

Inter tuguria, & munimenta caſtrenſia, ſit via 200 pedum, quæ platea conclamationis ad arma nuncupatur, in qua conveniunt milites, ſive auxilium ferendum ſit trincheis, ſive ſtationes obeundæ.

Tenentur milites caſtra munimentis inſtruere, ſinguliſque legionibus, pro numero militum ſuum penſum aſſignatur.

PROPOSITIO V.

Munitiones Caſtrorum, ſeu Quarterii.

Vide figuram præcedentem.

Nomen hoc Quarterii, caſtris præcipuè tribuitur, quæ ad obſidendam urbem adhibentur. Cum enim exercitus ſimul eſſe non poſſit, in plurimas partes ſeu quarteria diſtribuitur, quæ robuſtiores, aut minus validas munitiones exigunt prout magis, aut minùs timetur hoſtis.

Poſſunt in ſingulis Quarterii angulis excitari propugnacula more conſueto, ſi verò longius diſtent ab invicem fiant propugnacula plana, quia tamen hæc propugnacula obſidionem ferre non debent, nec tormentis bellicis reſiſtere ſed tantum repentinæ hoſtium impreſſioni, vix bombardis majoribus inſtruuntur, ſolaſque facies ſine alis habent.

Secundò non diſtant hæc munimenta 120 exapedis, ſed tantum 60, aut 70 quia certiori opus eſt defenſione, præcipuè cum nullum ſit vallum, ſed tantum ſimplex lorica 6 aut 7 pedes alta, & ad ſummum dum timetur hoſtis 8 aut 9. Poſſunt item excitari parmulæ, quarum facies 8 aut 10 exapedas non excedant. Cornuta, & coronata adhibentur, dum via regia defendenda eſt, aut ea parte qua timetur hoſtis.

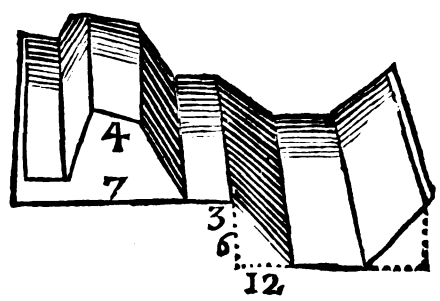
Foſsâ cingantur caſtra, cujus latitudo duarum exapedarum, profunditas quinque aut ſex pedum, atque ex humo quæ egeritur, formatur vallum, aut potius lorica craſſa 8 ut 10 pedes, quæ duplici, aut etiam triplici ſuppedaneo inſtruitur: aliquando fit vallum 15 pedes craſſum, quæ omnia pendent ex variis circunſtantiis.

Ante portas quarteriorum apponuntur parmulæ conſtantes lorica ſimplici, ſua tamen foſſa munitæ.

PROPOSITIO VI.

De circumvallatione.

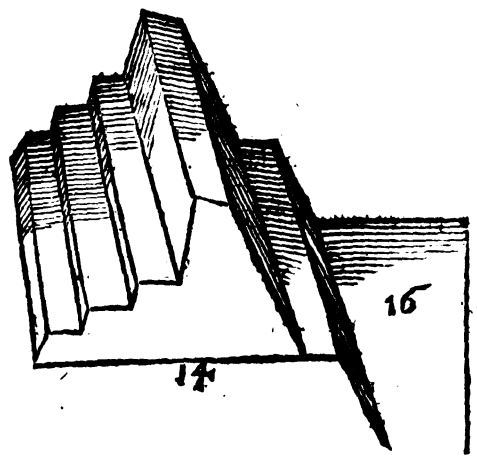
Circumvallatio, vallo continuo, nullibi interrupto, totam urbem obſeſſam, & ipſa quateria ambiente conſtat. Duplex datur hujuſmodi circumvallatio, interior & exterior. Interior obſeſſis opponitur, eorumque eruptiones cohibet, ne ſcilicet



in aliquod quarterium impreſſionem faciant. Hæc nonnunquam omittitur, dum ſcilicet pauciores ſunt obſeſſi, quam ut erumpant, ſufficiuntque lineæ acceſſuum benè munitæ. Exterior opponitur hoſtibus externis, ne ſcilicet obſeſſis ſuppetias ferant; propterea que robuſtior eſſe debet, quia pluribus

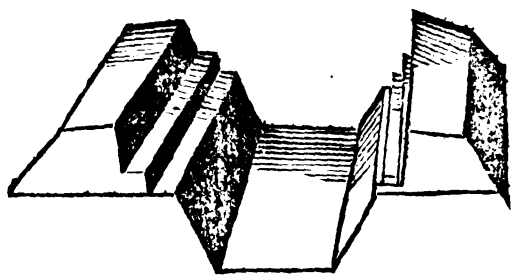
pluribus opponitur. Circumvallatio ſolam loricam habet, & foſſam, in eoque differt à lineis acceſſuum, ſeu trincheis, quod trincheæ loricam quidem habeant, ſed humiliorem, ideoque miles in ipſa foſſa degit. Sed circumvallatio lorica inſtruitur altiori, cujus nempè ima baſis craſſitiem ſeptem pedum obtinet, & ſuperior ſaltem quatuor, altitudo interior 6 pedum, exterior quinque, margo trium pedum. Foſſa quæ hoſtibus objicitur ſit lata 12 pedes, & profunda 6, cum acclivitate convenienti.

Si timetur hoſtis craſſities ima loricæ erit 12,



aut 14 pedum, additis duobus aut tribus ſuppedaneis, quorum quodlibet latum erit tres pedes, & altum unum cum dimidio. Altitudo loricæ novem aut decem pedum. Foſſa lata 15, aut 16 pedes, profunda 7 aut 8.

Nonnulli proponunt lineas duplices, hoc eſt duplici lorica, & duplici foſſa hinc inde conſtantes, interjecto exiguo inter utramque ſpatio, harum una obſeſſos, altera exteros reſpicit. Adduntur



Idemtidem mutitiunculæ, quæ utramque lineam defendant. Materies quâ conſtat hujuſmodi circumvallatio nonnullam differentiam inducit. Terra pinguior ſatis per ſe ſtabilis optima eſt, nec ceſpitibus indiget. Arenoſa ceſpites exigit ut cohibeatur, alioquin vel diffluet, vel tales erunt acclivitates, ut facilem hoſtibus aſcenſum præbeant. Si ceſpites in promptu non habentur, vimineis cratibus opus eſt. Hoc eſt ſexto quoque pede, pali terræ infiguntur, tum rami ſalignei longiores intexuntur, & terra inter utramque cratem injicitur, atque ita formatur lorica. Tales adhibitæ ſunt loricæ, in obſidione Philipoburgi.

Turcæ in Candiæ obſidione, aliud loricæ genus nos docuerunt, nempe ſaccis laneis & terra conſtantem, quod opus breviſſimo tempore; ſed expenſis maximis abſolvitur.

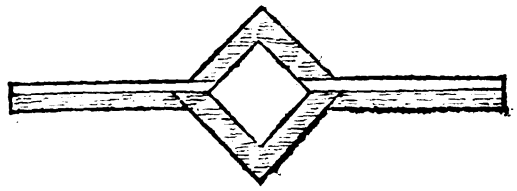
Fiunt item in locis paluſtribus circumvallationes ſolis arborum ramis conſtantes quæ latiora exigunt fundamenta.

PROPOSITIO VII.

De munitiunculis in circumvallatione extruendis

Lineæ circumvallationis locum obtinent cortinarum, munitiunculæ verò propugnaculorum à quibus defenduntur vices obeunt.

Propugnacula quidem integra non adhibemus, eò quòd tormentis bellicis non inſtruantur. Alas



igitur abjicimus, retentis ſolis faciebus. Quare parmulas, aut potius parmulas duplices conſtituimus, quas reductus vocamus *Redoute*. Duplices inquam eo conſilio, ut ſi accidat perrumpi circumvallationem, hoſtem intra lineas poſitum à tergo impetamus.

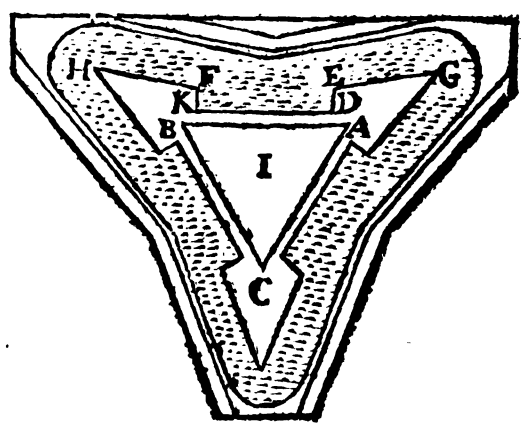
Hi reductus loricam habent paulò altiorem, & foſſam profundiorem, quam ſimplices lineæ, hos etiam in lineis acceſſuum adhibemus, ut in eruptionibus obſeſſorum, qui in trincheis degunt auxilium in reductu, & nonnumquam perfugium nanciſcantur.

Simplicem in his munitionibus angulum internum non rejicimus, quamvis, enim dum valla ſunt altiora, reſtet aliquis locus indefenſus in angulo interno, è quo ſcilicet hoſtis deturbari non poteſt, ceſſat omnino tale periculum, ubi nullum eſt vallum, ſed ſimplex lorica 8 aut 9 pedibus non altior.

Rejicimus item in munitionibus majoris momenti, angulos poligoni acutos, & angulos defenſos 60 gradibus minores, eò quòd tormentis bellicis non ſatis reſiſtant. Hos tamen angulos in his munitiunculis admittimus, quæ non ad ſuſtinendam obſidionem, ſed ad ſiſtendum primum hoſtium impetum extruuntur.

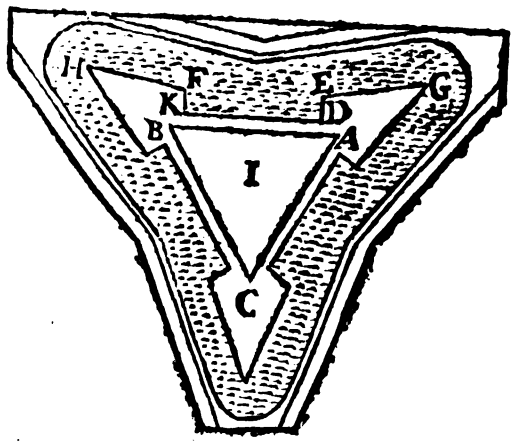
PROPOSITIO VIII.

Primum exemplar munitiunculæ triangularis.



Cum propoſuerimus hoc axioma, ſatius eſſe habere

habere pauciora, & majora propugnacula, quàm plura minora, figuram triangularem, ut pauciſſimis conſtantem ſeligimus. Proponitur ergo mu-



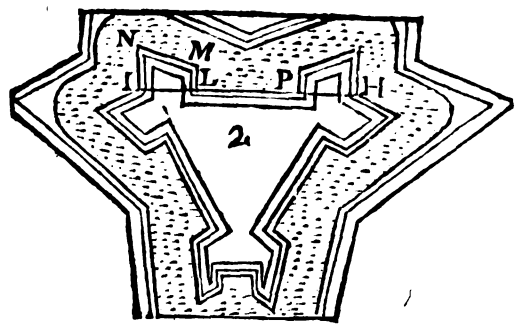
niendum triangulum æquilaterum ABC. Diviſo latere AB in ſex partes æquales, ſemicolla AD, BK ſingula ſextam partem ſibi vendicent, & alæ DE, KF, tres quadrantes ſemicollorum ductis ſtringentibus KEG, DFH, abſoluta erit munitio.

Aliqui addunt parmulam ante cortinam, eò quod facies nimis longæ videantur. Præferrem tamen quadratum nullis, quàm triangulum parmulis inſtructum. Hæc ſpecies munitiunculæ circumvallationi, aut inſulari loco muniendo eſt ſatis accommoda.

PROPOSITIO IX.

Secundum exemplar munitiunculæ triangularis.

Poſſunt in munitione triangulari adhiberi propugnacula conjuncta, hoc modo. Dividatur latus

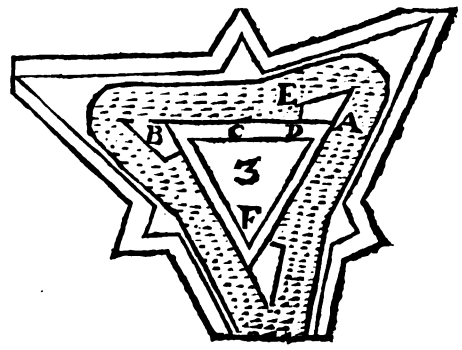


HI in 8 partes æquales, quarum duas hinc inde ſemicollis 12 tribuantur, & una alæ LM, ducatur ſtringens PMN, facies MN duos trientes cortinæ obtinebit, & angulus N ſaltem 60 gradus. Si propugnacula majora forent, poſſet angulus internus I parvam cortinam duas alas, duaſque facies admitere.

PROPOSITIO X.

Tertium exemplar munitiunculæ triangularis.

Tertius modus muniendi trianguli ſemipropugnacula uſurpat; hoc modo. Dividatur latus AC in 5 partes æquales; duas habeat collum AD, unam ala DE, tum ex media cortina C, ducatur ſtringens CE donec occurrat alteri lateri producto. Hic modus valdè imperfectus eſt, primò eò

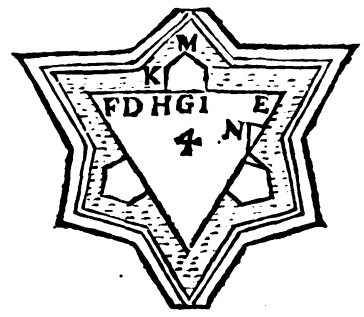


quòd anguli defenſi ſint nimis acuti; deinde quia facies propugnaculi quæ communiter impugnatur, non defenditur ab ala; ſed tantum à cortina. Hæc tamen in munitiuncula admittuntur.

PROPOSITIO XI.

Quartum exemplar munitiunculæ triangularis.

Quartus modus triangulum propugnaculis planis inſtruit, hoc modo. Latus EF dividatur bifa-



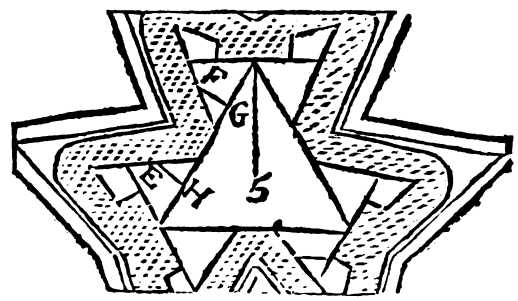
riam in G, ſemicolla IG, GH quintam partem ſemilaterum FG, aut GE, ſibi vendicent, ſicut & alæ GK, IL, & ſuper LK Fiat triangulum rectangulum ſecundum methodum Gallicam; vel ſtringens KM ducatur ex puncto D, una quinta parte diſtante ex puncto H.

Peccat hic modus, quia licet propugnaculum ſit ſatis perfectum, & reſciſſionis capax, ejus tamen facies à ſola cortina defenditur, quæ tormentis bellicis exponitur, ideoque hæc figura munitioni regiæ non eſt accommoda.

Si quis nonnihil cortinam obliquaret ut in NOP alam haberet; ſed tunc triangulum in exagonum degeneraret.

PROPOSITIO XII.

Quintum exemplar munitiunculæ triangularis.



Quintus modus muniendi trianguli cornutum in

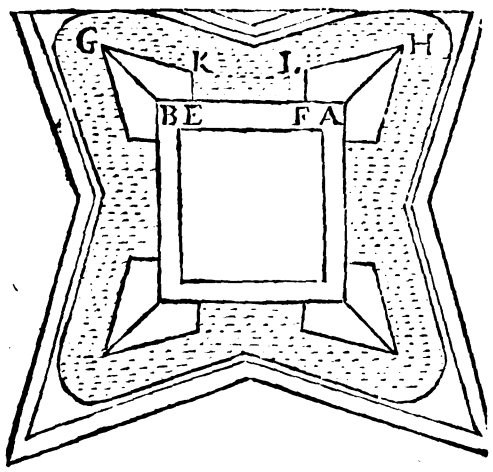
in ſingulis ejus angulis erigit. Quorum latera nonnihil divergant ut vides in figura.

Hic modus in eo deficit quod punctum medium anguli interni, non videatur defenſum. Si vero formarentur alæ GF, HE, jam triangulum in octogonum degeneraret.

PROPOSITIO XIII.

Primum exemplar munitiunculæ quadratæ.

Facilè munitiunculam quadratam deſcribemus, cujus latus AB, 20 aut 30 exapedas non excedet.



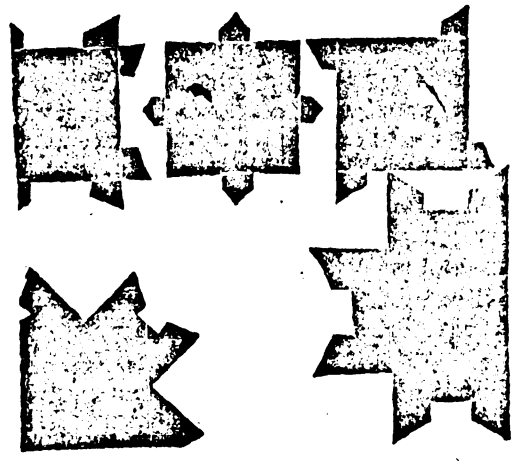
Diviſo latere AB in quinque partes æquales, unam ſemicollis AF, BE concedes, & duas capitalibus AH, BG, tum ductis ſtringentibus ELH, FKG, & alis FL, EK, munitum erit latus AB, eademque praxi tota munitio abſolvetur.

Quæ praxis non differt ab ea quam ſupra tradidimus, niſi quod in hac quintam partem, in illa ſextam ſemicollis tribuimus.

PROPOSITIO XIV.

Varii modi munitiunculæ quadratæ.

Quamvis communis methodus muniendi quadrati, ſit omnium optima, nonnulli alias proponunt, non abſimiles iis quas in triangulo uſurpavimus.



Prima procedit per ſemipropugnacula conjuncta.

Secunda per ſemipropugnacula.

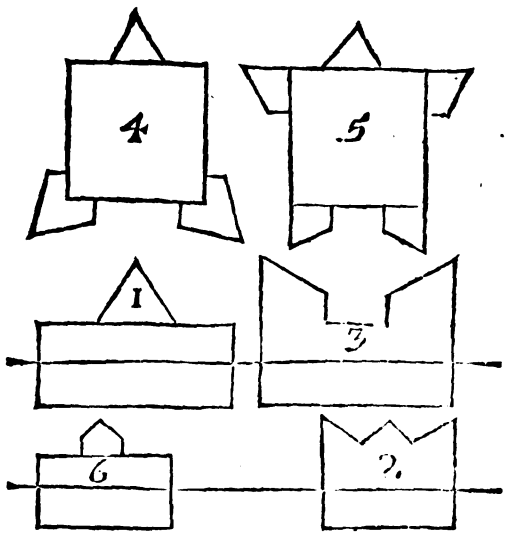
Tertia [illegible] propugnacula plana.

Quarta per cornuta in angulis, aut etiam in lateribus excitata. Sed hæc omnia majores expenſas requirunt, quam ſi exagonum regulare excitaretur.

PROPOSITIO XV.

Aliæ munitiunculæ quadratæ.

Reductus communes, qui ut diximus vices propugnaculorum obeunt, reſpectu linearum circumvallationis, quaſi cortinarum, in locis minus periculoſis collocantur, ubi verò plus eſt periculi, verbi gratiâ, in aditu viæ, quâ hoſtibus veniendum, eſt aliæ munitiunculæ paulò majores extruuntur. Quia autem plus eſt periculi ab hoſte externo, quam ab obſeſſis, hæ munitiunculæ ro-

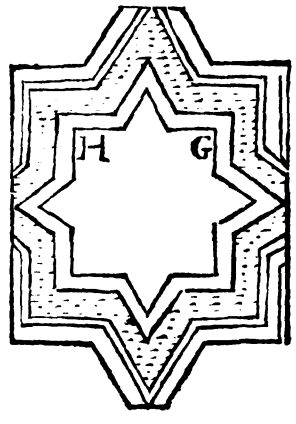


buſtiores ſunt, majoremque defenſionem habent, qua parte hoſtem externum ſpectant. Verbi gratiâ loco reductus, formari poteſt munitiuncula quadrata, qualem figura 1 exhibet, hoc eſt parvo propugnaculo munitum. Vel ſemiquadratum 2 duplicem forcipem præferens. Vel cornutum 3, quadrata 4 & 5, utrinque defenſionem habent.

Si intervallum inter utramque cortinam interjectum modicum ſit, eadem munitiuncula tam circumvallationem, quam contravallationem defendit.

PROPOSITIO XVI.

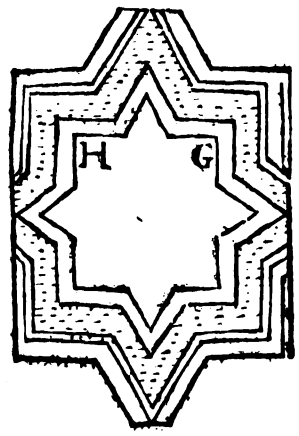
De munitiunculis ſtellatis.



Praxis deſcribendarum munitiuncularum ſtellatarum

Digitized by Google

latarum facilis est, & primò quidem ad describendam stellulam 6 radiorum, fiat triangulum

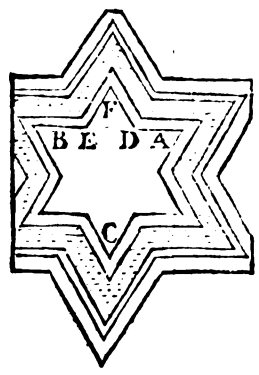


æquilaterum ABC (*per* 1. *prop.* 1. *Euclidis*) divisoque quolibet latere in tres partes æquales fiat supra mediam sicut DE, triangulum æquilaterum DEF, habebiturque stellula exagona.

Eadem methodo stellulam quadratam describes, si diviso latere in tres partes æquales, triangulum æquilaterum supra mediam construas.

PROPOSITIO XVII.

Sectio verticalis reductuum, & munitiunculorum.



Reductus & munitiunculæ robustiores sunt circumvallationibus, idcoque non sola lorica sed vallo tres aut 4 pedes alto, 15 aut 16 crasso muniuntur, basis loricæ erit pedum 8, altitudo 5, habebitque plura suppedanea, margo erit trium pedum fossa lata erit 18 aut 20 pedum, profunda 6.

Munitiunculæ majoris momenti vallo crassiori, & altiori muniuntur, cujus nempe ima basis sit crassa pedes 24, alta 6, ita ut si crassities basis superioris sit 18, basis loricæ erit decem pedum, altitudo interior 6 pedum, exterior quinque, margo trium pedum, fossa 24. Possunt addi vaccerræ in medio loricæ.

Possunt augeri hujusmodi mensuræ, prout munitiones sunt majoris momenti, ita ut basis valli sit quinque exapedarum, & altitudo 7 & 8 pedum &c.

PROPOSITIO XVIII.

De dispositione circumvallationis.

Scio equidem sæpè circumvallationem omitti, ob expensas, præcipuè dum nullus timetur hostis externus qui urbi suppetias ferat, sæpè tamen circumvallatione, & contra vallatione opus est. Dogen profert in exemplum obsidionem Sylvaducis *Bosleduc*, cujus circumvallatio exterior 40 milliaria & tres passus continebat: in ea septem erant fortalitia regia, 40 reductus, sexdecim cornuta, & alia opera. Interior ad sexdecim milliaria extendebatur 40 reductus, 35 suggesta, & 4 fortalitia regalia. In obsidione Rupellæ nulla fuit circumvallatio exterior, eò quòd nullus hostis timeretur. Anno 1603 cum princeps Mauritius cum circumvallationem perficere non potuisset, obsidionem Sylvæducis solvere coactus est.

Interior circumvallatio ultra jactum majoris bombardæ sit posita, poterit tamen esse vicinior si occurrant sylvæ, aliaque loca tecta, quo vicinior erit, eo facilius defendetur. Idem dico de exteriori, quæ latius excurrere non debet, nisi præoccupandi sint aliqui colles, ex quibus impugnari possent quarteria. Ideoque non satis concipio quod ex Dogeno retuli, de circumvallatione 40 milliariorum nisi forte ambitum omnium operum retulerit.

Figura circumvallationis non est determinata, sed pro variis circumstantiis varia est.

Excitantur munitiunculæ supra relatæ, dum timetur hostis, infirmiores sunt dum nullum est periculum, immò admoventur ad quingentos passus, dum urbs obsessa paucis est instructa tormentis. Ita ut si circumvallatio quadringentis passibus ab urbe distet, cujus diameter sit trecentorum, sufficerent undecim munitiunculæ distantes trecentis passibus in quibus singulis quingenti milites collocarentur. Quamvis autem jactus majoris sclopi ad 140 passus extendatur, in medio tamen opus erit reductu, lineæ circumvallationis ita in medium munitiuncularum incident, ut hinc inde extent, & directè lineas tam foris quam intus videant.

PROPOSITIO XIX.

De Pontibus ad quarteriorum communicationem requisitis.

Quoties fluvius in urbem obsessam influit, aliquibus fortalitiis opus est ad ripam fluminis, præcipuè ex parte superiori, ut præcludatur naviculis iter, immò hæc fortalitia non sufficienter transitum impedient, nisi catenis, idemtidem sustentatis, fluvius trajiciatur.

Addo insuper pontibus opus esse, ad quarteriorum communicationem, cum enim divisus est exercitus, facilè pars una expugnabitur, nisi alia facilè suppetias ferat.

Pontes communiter naviculis constant, ab invicem quindecim, aut 20 pedes remotis, quæ trabibus conjunguntur, asseribusque teguntur, hæ naviculæ rudentibus, & catenis ad ripam colligantur, anchoræ enim vix sufficiunt, communiter ligneæ sunt, In Gallia æreæ, quæ & leviores sunt, & facilius transvehuntur.

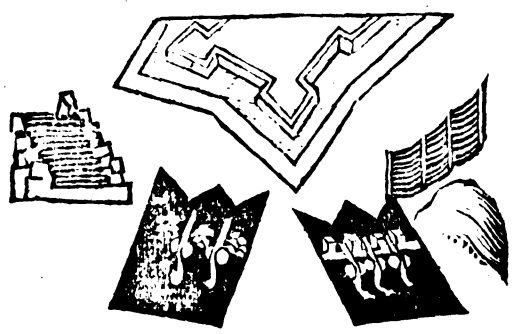
Ne autem incendantur pontes, immissis secundo fluvio naviculis, & ratibus accensis, totus fluvii alveus catenis ut prius idemtidem sustentatis trajicitur, quæ ne facilè ab incurrentibus ratibus disrumpantur laxiores esse debent.

PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO XX.

De tormentorum bellicorum ſuggeſtis.

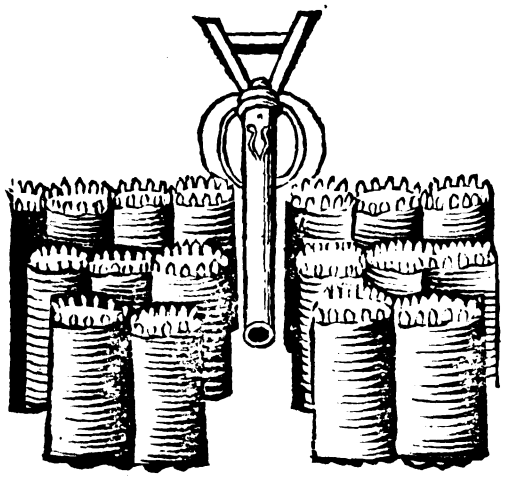


Cum primùm inchoatur circumvallatio, excitanda ſunt nonnulla tormentorum ſuggeſta, quæ obſeſſis negotium faceſſant, & loricas disjiciant. Quamvis autem initio remotiora ſint, quam ut magnam vim in valla obtineant, omittenda tamen non ſunt, eò quòd foſſores, alioſque qui in lineis conſtruendis laborant tueantur. Locus ſuggeſtorum ne longius diſtet à quarterio, ut ipſi ſuccurratur ſi fortè obſeſſi eruptione facta aliquid molirentur, ſcilicet tormentorum bellicorum adactis clavis lumina obſtruere.

Ut latitudinem ſuggeſti invenias numerum, bombardarum per 12 multiplica, produceturque numerus pedum, ut ſi ſint quatuor tormenta ſuggeſti latitudo erit pedum 48, nonnulli volunt ut plures fiant feneſtræ quam tormenta, ad fallendos hoſtes.

Quia verò tormentum in longum 15 pedes habet, conceduntur que 10 ad retrocedendum, ſit tabulatum quercinum, nonnihil declive in anteriora, ut minor ſit retroceſſio, faciliorque in locum priſtinum reſtitutio. Hujus tabulati longitudo erit circiter 30 pedum. Additur poſt ſuggeſtum, ſpatium priori æquale in cujus medio effoditur locus continendo pulveri pyrio deſtinatus, cujus aditus corio obſtruitur, ne ſimul magna pulveris copia alicui periculo exponatur.

Ante tormenta bellica fit lorica ſexdecim, aut



20 pedes craſſa, tot feneſtris ſaltem, quot ſunt bombardæ aperta. Loricæ altitudo erit ſex pedum, & ante tormenta trium, feneſtellæ aſſeribus craſſioribus, ictuſque majoris ſclopi patientibus claudantur, ne hoſtis intueatur quid intus agatur, ſi ſuggeſtum latus unum obvertat ad arcem, ut dum alæ opponitur, addenda eſt lateralis lorica.

Ita conſtruitur lorica, quæ non facilè diſſiliat, ſed diu reſiſtat. Effodiatur locus tormentorum bellicorum, relinquaturque ſpatium terræ immotæ, in qua pariter feneſtellæ effodiantur, ſic enim lorica firmior erit, globumque ita reflectet, ut ſi eam attingat, totum ſuggeſtum ſupervolet.

Hæc methodus optima eſt; ſupponit tamen locum editiorem.

Lorica ſecundò fieri poteſt ex pinguiori terra, & ceſpitibus, ut ſolent cæteræ loricæ, quia tamen ut primum fiunt, hoſtilibus machinis quatitur, non diu integra perſeverant.

Methodus communis terra ſuffartas corbitas adhibet, quarum diameter 6 aut 7 pedes obtinet, altitudo 7 aut octo, ex palis ſalignis componuntur corbitæ, intertextis longioribus ramis, & in quinquuncem, ſecundum tres ordines digeruntur, tum terra implentur, dicitur arenoſa ſimo mixta, mirum in modum indurcſcere.

Nonnulli ſuggeſtorum loricas ex ſaccis laneis componendas cenſent, aſſeruntque globum æneum tribus perrumpendis eſſe imparem, his uſos eſſe Turcas admixta ſcilicet humo aſſerunt multi.

Ad perrumpendam alam forent tria ſuggeſta excitanda, communiter tamen duplus numerus tormentorum alæ opponitur.

Suggeſta urbi vicina lineis acceſſuum cinguntur, quæ propterea latiores, & profundiores eſſe debent, ut pulvis pyrius, globi, reliquuſque apparatus facilè ſubvehatur. Poterit item ante loricam ſuggeſtorum formari cornutum, aut aliquod tale opus, contra obſeſſorum eruptiones.

Diximus ſupra occupanda eſſe loca editiora, ad ſuggeſta ritè collocanda, eò præcipuè fine, ut munitiones & valla oppoſita à tergo detegantur ut diximus accidiſſe arci Veſuntinæ.

Poſſet defectu collis ſatis editi, excitari agger machinarius, atque ut operi ſecurius incumbatur, vela & telæ pluribus locis tenduntur, ne obſeſſi videant quid geratur, faciliuſque decipiantur.

Dum agitur de disjiciendis muris, tormenta bellica urbi admoveantur quam fieri poteſt proximè, majores vires habent; ſi de lorica disjicienda dum bombardæ ſunt nimis vicinæ, periculum eſt ne quam plurimi globi loricam tranſiliant, vel ſint obliquiores.

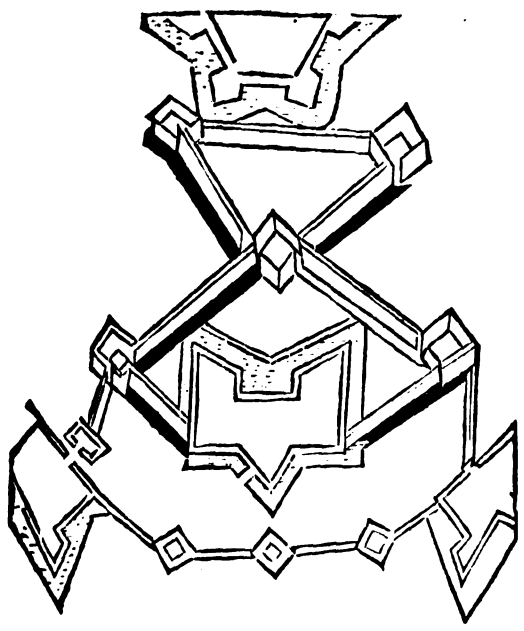
PROPOSITIO XXI.

De lineis obſidionalibus.

Circumvallatione, & contravallatione perfecta ad urbem obſeſſam accedendum eſt, quod non inconſideratè, & cum certo periculo præſtandum eſt, quare lineis acceſſuum, ſeu trincheis tegimur, nempe foſſis 10 aut 12 pedes latis, profundis 6 aut 7, nonnulli profundiores exigerent, ut 10 pedum, ad hoc ut equites in iis tutò delitcſcant. Ita autem perficiuntur. Humus quæ ex foſſis egeritur, versùs urbem obſeſſam, in loricam efformatur, ideoque ſuppedaneo opus eſt, ut ſcloperarius nonnihil ſupra loricam attollatur. Optimum foret ſi ima foſſa nonnihil ad partes exteriores acclivis

Digitized by Google

eſſet, haberetque minorem foſſam, ad exhauriendam aquam, ne miles dum pluit, diu in aqua verſetur.



Hæ foſſæ ab antiquis etiam uſurpatæ ſunt, ſed cum arcuum jactus breviſſimus eſſet, urbi propius admovebant.

Cavendum eſt præcipuè, ne ex aliqua ſtatione vallari, directè videantur, ſic enim lorica linearum foret inutilis, nulluſque tutò in iis poſſet conſiſtere: ne tamen lineæ ſint nimis obliquæ, ne opus in iis efformandis ſit nimium.

In centenas immò pauciores exapedas reductus extruitur, qui lineas tueatur, ſitque perfugii locus. Poſt reductum mutari poteſt linea, ut ſi prior ad dexteram vergebat, poſterior ad ſiniſtram deflectat.

Turcæ in Candienſi obſidione lineas acceſſuum, utpote ſubterraneas recta ad urbem dirigebant, aliaſque cortinis parallelas ducebant, idem ſæpè præſtari poſſet ſi modò faſcibus, & lapidibus tegerentur, vel ſi ſolum cuniculis aptum foret.

Reductus ita diſponantur ut ambas lineas defendant, ſintque in locis periculoſis frequentiores, immò ſi opus ſit excitentur munitiunculæ majoris momenti. Caput linearum cornutum habere poteſt, ut in eo adunentur milites.

Communiter duo fiunt linearum brachia, quæ idemtidem uniuntur, ſed propè urbem ita ab invicem recedant, ut magnum ſpatium occupent, ita ut ſi impreſſio ſit facienda, quaſi undique poſſit miles erumpere, & non unica tantum via. In hunc lapidem impegerunt Hollandi in obſidione Ultrajactenſi *Maeſtrich*. Cum enim ita coaleſcerent lineæ, ut quaterni tantum poſſent erumpere, facilè obſeſſi hunc aditum defendere poterant, non potuiſſent autem ſufficere, ſi undique eruptio fieri potuiſſet. Hæc notatio videtur eſſe maximi momenti, obſervaturque ſtrictiſſimè ab Architectis Gallis, præcipuè à celeberrimo Domino *De Vauban* ut nempe lineæ acceſſuum prope urbem quaquà versùm extendantur.

Notatum eſt, & experientia comprobatum lineas acceſſuum rectas, & ſive ullo anfractu in directum jacentes, longè citius abſolvi, quam anfractuoſas, cæteroquin æquales.

Suggeſta tormentorum ſimul cum trincheis promoventur.

Lorica reductuum robuſtior eſt lorica linearum, poteſtque 4 aut 5 pedibus planum agri ſuburbani ſuperare.

Dum ad apicem propugnaculi perventum eſt, ducatur linea cortinis parallela, ut ſclopetarii qui in ea degunt continuò explodant in eos, qui vallum defendunt. Hæc profundior eſſe debet, & defenſa reductu, aut alia munitiuncula majoris momenti. Exinde perfodienda eſt crepido foſſæ, ducendaque vinea ad faciem propugnaculi ut docebo inferiùs.

PROPOSITIO XXII.

Difficultates quæ occurrunt in lineis acceſſuum.

Prima difficultas occurrit in tegendis operariis, & foſſoribus. Prima methodus jubet ut de nocte ita inchoentur lineæ, ut tegendis foſſoribus ſufficiant, tum de die abſolvantur.

Secundus modus pluteos adhibet, qui ex duplici aſſerculorum ordine componantur, aggeſta inter utrumque ordinem humo. Poſſent fieri ſimpliciores quibus nempe Thoraces ictus majoris ſclopeti patientes appenderentur, poſſentque hi plutei ſubjectis rotulis promoveri.

Poſſent item hi plutei rudentibus, ſeu funibus nauticis tegi, vel ingentes faſces vel culcitræ lineæ ita ſuſpendi, ut inter utramque reſtet aliquid ſpatii.

Si de die producitur linea ſine ullo pluteo, terra antrorſum egeratur, ut lorica producatur priuſquam operarii præcisè ad eam partem pervenerint.

Secunda difficultas oritur ex qualitate ſoli, ſi arenoſum eſt, tunc crates ex ramis componendæ ſunt vel aliunde avehenda materia.

PROPOSITIO XXIII.

Impugnanda eſt potius facies propugnaculi quam cortina.

Rationes quæ ſuadent potius impugnandam eſſe cortinam, ſunt hæ.

Prima, quod cortina videatur infirmior, valloque minus robuſto inſtructa.

Secunda, quod cum ſit centro vicinior, ſi expugnetur, de deditione ſtatim agatur, at verò etiamſi faciei labes inflicta ſit, eamque hoſtis inſideat, datur reſciſſioni locus, immò occupato toto propugnaculo, extra aream polygoni interioris poſito, reſciſione generali in angulo facta ad defenſionem ulteriorem proceditur.

Dico tamen ad faciem, potiùs quam ad cortinam dirigendam eſſe impugnationem.

1. Quia cortina hinc idde propugnaculis ſtipatur, quare quamdiu alæ integræ perſeverant expugnari non poteſt, immò dejectis alis, adhuc ſclopis, & tormentis bellicis defenditur.

2. Defenſio cortinæ brevior eſt, atque adeo certior, defenſione faciei.

Impugnari etiam non debet præcisè angulus defenſus, eò quòd à duobus propugnaculis videatur, quare ſatius eſt impugnare cortinam.

PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO XXIV.

De perfodienda foſſa crepidine.

Ubi ad loricam ſuburbanam perventum eſt, ſuggeſtum tormentorum bellicorum ferè ad propugnaculi impugnandi apicem collocandum eſt, ad disjiciendam alam oppoſitam, indicendumque ejus bombardis ſilentium, quod ſuggeſtum lateri lorica inſtructum eſſe debet, ne obliquè, & lateraliter videatur.

Secundò duæ lineæ cortinæ parallelæ effodiendæ ſunt, ut in iis ſclopetarii continuò in obſeſſos explodant.

Tertiò. Foſſa ducenda eſt, quæ viam tectam pervadat, rectáque ducat ad faciem propugnaculi, quod opus eſt periculoſiſſimæ aleæ, eò quòd ab hoſtibus directè videatur. Hæc foſſa ab antiquis ligo aut dolabra, aut ſuffoſſio appellabatur, quæ multorum hominum capax eſſe non debet; ſed tantum aliquorum, qui faciem propugnaculi cuniculo ſuffodiunt, vel ſi jam labes illata eſt, ut in ruinis ſtationem collocent.

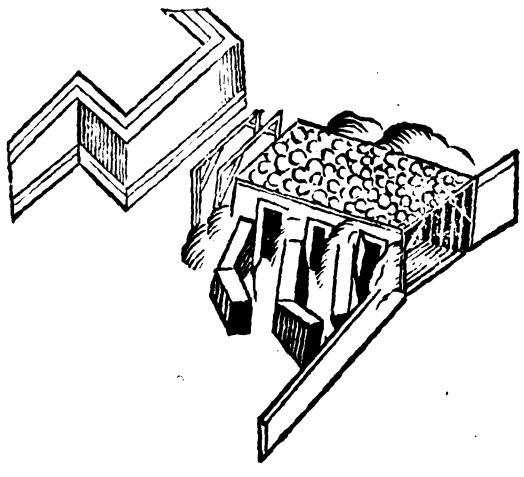
In obſidione urbis Candiæ ſoli conditio talis erat, ut methodos communes negligerent & alis integris in quibus erant tormentorum ſtationes, præter promuralia duo, cuniculis ſubterraneis facilè foſſa tranſmittebatur. Si eædem occurrerent circumſtantiæ iiſdem etiam artibus utendum foret.

Ut tuta ſit hæc foſſa profundior eſſe debet, & præterea tegi faſcibus, aſſerculis terra lapidibus aliiſque.

Poteſt item lorica viæ tectæ, & exterior foſſæ acclivitas eſſe inſtar loricæ contra urbem, ſi enim crebris feneſtellis perfodiantur, in iis ſclopetarii collocabuntur, qui continuenter in obſeſſos explodant.

PROPOSITIO XXV.

De Vinea.



Vineam adhibemus ad tranſmittendam foſſam, eſt autem quaſi porticus lignea, ex tignis circiter ſex digitos craſſis compacta, ad modum portæ. altitudo ejus 7 aut 8 pedes non excedit. Aſſerculi intus & foris clavis affiguntur, ſpatiumque interjectum terra impletur, ut totum opus ictus majoris ſclopi patiens evadat.

Multæ autem in ea componenda cautiones adhibendæ ſunt, ut ſcilicet operarij tuti ſint contra tela præſidiariorum, ſecundò cavendum eſt ne è ſuperiori lapidibus molaribus obruatur, aut inſitiitio tormento diffringatur, aut tandem injecto igne incendatur. Tertiò ne tormentis bellicis alæ oppoſitæ aut cortinæ peſſundetur.

Quod pertinet ad primum, undique terra, faſces, aliaque materies in foſſa coacervatur, ita ut monticulus exurgat, qui hinc inde ita dividitur, ut in medio fiat locus vineæ per partes collocandæ. Humus autem in eam præcipuè partem egeritur, ex qua præcipuè hoſtis timetur, nempe ex parte cortinæ. Hæc materies etiam per vineam convehitur.

Ne autem è ſuperiori loco perrumpatur, primò tectum in angulum acutum efformatur, atque ita nec ignes adhærere poſſunt, dejectique lapides tantas vires non habent. Tegitur item nonnullis coriis recens detractis, ceſtibus, & terra pinguiori ad duos aut tres pedes, vel etiam laminis ferreis.

Ad tertium nonnulli in ipſa foſſa tranſverſum aggerem, ſeu loricam 20 pedes latam moliuntur ut vineam protegat.

Cavendum etiam eſt ab obſeſſorum eruptionibus, quæ ut cohibeantur, in via ſuburbana, fiunt loricæ, & tranſverſæ, ut in iis collocentur ſclopetarii, qui continuenter explodant.

PROPOSITIO XXVI.

De tranſmittenda foſſa, dum plena eſt.

In hoc maximè articulo, foſſam aqua plenam utilem putant nonnulli, eò quòd difficillimè tranſmittatur, ſed notandum eſt quod eruptiones obſeſſorum cohibet, qui vineam disjicerent, aut incenderent.

Primus modus tranſmittendæ foſſæ dum plena eſt, derivatione aquæ peragitur, quod facillimum eſt, dum ager ſuburbanus ipſis foſſis humilior, & depreſſior eſt, cavendum tamen ne lineæ ipſæ aquis impleantur, vel ad derivandam aquam opus majoris molis, & expenſarum ſuſcipiatur.

Quoties aqua derivari non poteſt, implenda eſt foſſa, terra, & faſcibus quibus adduntur ſaxa, ut demergantur, ut tandem exurgat agger, qui vineæ & loricæ ſit capax, reliquum opus ab opere præcedentis propoſitionis non diſcrepat, niſi quod majus ſubſit periculum, eò quòd totum opus ſupra ſuperficiem aquæ extet.

Nonnulli rates adhibere cogitant, & vice terræ, & faſcium ſuccos plenos lana adhibere; ſed faciliùs eſt in foſſa aggerem ſtatuere, quam hujuſmodi rates conſtruere, & in foſſa collocare.

Alii vero aſſerunt etiam foſſam plenam aqua, etiam ſub aquis cuniculo tranſmitti poſſe. Quod quidem aliàs præſtitum eſt à Principe Auriaco, & in obſidione Candiæ factus eſt cuniculus ſub aqua.

Poſſent item fieri aggeres hinc inde, ex humo bene compacta, & aqua inter utrumque intercepta anthliis perpetuò exhauriri.

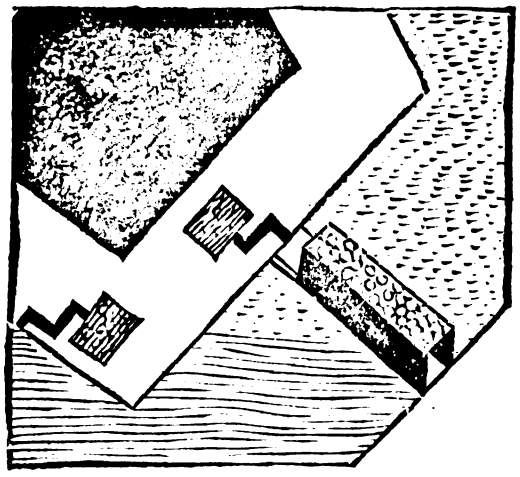
Digitized by Google

PROPOSITIO XXVII.

De cuniculis.

Cuniculorum doctrina potius ad pyrotechniam, quam ad architecturam militarem ſpectat, hic tantum nonnulla breviter indicabo, eò quòd ordo impugnationis id videatur exigere.

Jam pridem in urbium expugnationibus adhi-



biti ſunt cuniculi, longè tamen diverſo fine ab eo quem modo intendimus, tunc enim quærebatur ſubterraneus in urbem aditus, nunc verò ſubjecto pulvere pyrio, partem aliquam valli diſjicimus eique labes infertur, ſaltem ſufficiens ad figendam paucorum hominum ſtationem. Superioribus annis paulò aliter urbium expugnatio administrabatur, nam labe ope tormentorum bellicorum illata, impreſſione facta obſeſſores vallum occupare nitebantur. Modò verò tranſmiſſa per vineam foſſa, cuniculatius foſſor addhibetur, qui cuniculo non adeo magno partem valli disjicit, quam obſeſſores inſident, novoque cuniculo nova labes infligitur, atque ita pedetentim totum propugnaculum occupatur.

Ante annos 40 paulò majores effodiebantur cuniculi, qui etiam non tranſmiſſa foſſa in hunc modum perficiebantur. Ultra foſſam viæ tectæ puteus obliquuus effodiatur, qui ſub foſſa ad faciem propugnaculi producatur, tum ducitur porticus faciei parallela, ſi plura exiguntur loculamenta, ſi unicum exigitur via ad eum ferens, ſi anguſtior, & anfractuoſa loculamentum paulò majus fiat quam ut doliola pulvere pyrio plena contineat, quæ ſingula aperiri debent, ut ſimul totus pulvis accendatur.

Obſtruitur aditus relicto tantum botulo, ſeu ſacculo oblongo, qui pulvere eximio plenus ſit. Dominus Deville. praxin profert, qua ruinæ indeterminatam partem inclinent, in eam ſcilicet, in qua major erit vacuitas. In eam enim partem præcipuè pulvis accenſus ſuas exerit vires, in qua major eſt aëris copia, forſan quod aër dum incaleſcit, ad majus ſpatium ſe extendat, pulveriſque vires augeat.

Plura ſunt quæ cuniculum remorantur. Sæpe enim occurrit aqua, quæ per canales derivanda, aut anthliis exhaurienda eſt. Alias occurrit arena quæ ſuſtentanda eſt. Major eſt difficultas dum propugnaculum palis fiſtucatis innititur. Sed hæc ad pyrothechniam pertinent.

Modò vero cuniculus in tanta diſtantia non inchoatur alioquin vinea opus non eſſet. Ubi ergo foſſor ad vallum pervenit, aditum aperit altum circiter 4 pedes ut in eo de genibus conſiſtat, quem aditum producit quantum opus eſt, non quidem recta ſed per anfractus, ubi ad vallum pervenit. Cum humus aggeſta aſſeribus ſuſtentanda eſt, egeriturque ſenſim donec occurrat locus in quo loculamentum formandum eſt. Ejus altitudo erit 6 aut 7 pedum, longitudo aut latitudo quinque aut 6, ſecundùm craſſitiem valli. Doliolum autem pulvere pyrio plenum octo exapedas cubicas terræ attollit. Ubi loculamentum pulvere pyrio inſtructum eſt obſtruitur aditus aſſeribus, aliâque materiâ relicto tantum ſpiraculo, ut accendatur pulvis.

Si plures ſint anfractus, pixide magnetica utendum erit; ut ad deſtinatum locum perveniatur. In quo anno 1630. erravit Architectus militaris, qui cuniculum in monte Æmiliano efformavit.

PROPOSITIO XXVIII.

De oppugnatione externorum operum.

Tanto apparatu opus non eſt, in oppugnandis operibus externis. Vidimus quidem opera externa primo impetu occupata, priuſquam aut circumvallatio, aut lineæ acceſſuum ducerentur. Sed dum, *ita facilè* expugnantur levi brachio defenduntur. Quare ex his caſibus nihil ad doctrinam concluditur quæ ſupponit non inconſiderate militum vitam exponi.

Lineæ obſidionales ſeu acceſſuum ad foſſam uſque operum externorum producuntur, tum in foſſa aliqua ſpecies vineæ extruitur minoribus tamen ſumptibus, eò quòd tormenta muralia minus defendant foſſam operum externorum, quam foſſam principalem. Exinde ſuffoditur vallum ut aperiatur via, & aſcenſus. Nonnunquam cuniculo utendum eſt, non tantum ad disjiciendum vallum; ſed etiam ad detegendum hoſtilem cuniculum, paratum ſcilicet ad deturbandum ſoloque æquandam prætenturam, ubi occupata fuerit. Poteſt item labes inferri tormentis bellicis, cur enim vallum humile ſit neque adeo craſſum, diſjecta lorica facilis præbetur aſcenſus.

Ubi occupatum fuerit opus externum, lorica in eo contra urbem excitanda eſt, promovenda quantum fieri poteſt, quæ nonnullas conditiones requirit, nempe ut ex nulla ſtatione vallari directè videatur, quare anfractuoſa eſſe debet. Senſim exinde explanatur vallum prætenturæ ut ex omni parte facilis reddatur aſcenſus, nullumque perfugium reſtet obſeſſis ſi forte recuperetur. Denique linea acceſſuum ad hoc opus externum dirigatur, ut facilè feratur auxilium, in obſeſſorum eruptionibus. Si opus externum urbi obſeſſæ vicinum fuerit, ſæpe vallum tecto muniendum ad aventendos pyrios globos, quibus obſeſſi deſævire ſolent.

PROPOSITIO XXIX.

De inſititio tormento.

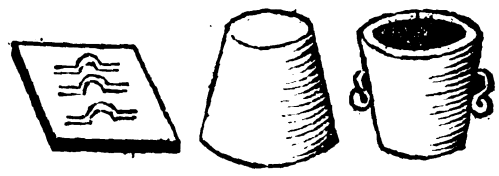
Quamvis inſititium tormentum debilius ſit, quam ut in obſidionibus majoris momenti adhibeatur; utile tamen eſt ad perrumpendas vacer-

ras,

Digitized by Google

ras, pontem ſublicium, fores, crates, & nonnunquam etiam murum. Figura eius latior eſt exterius. Ex cupro ſeu ære componitur. Ferrea facilè disrumpuntur. Lignea nonnunquam adhibentur, circulis ferreis circumligata. Sicque modiolus rotæ detractis radiis, obturamento ligneo ad latera clavis affixo munitus, nonnunquam uſurpatur.

Inſititium tormentum impletur pulvere pyrio



melioris notæ, ad tres aut 4 digitos limbi exterioris, cui orbiculus ligneus imponitur cæmento, cera, & pice afferruminandus. Additur & tela pice benè inducta.

Inſitium tormentum oppoſitas tantum portas perforaret, niſi illi opponeretur aſſer craſſus tres aut 4 digitos, ferroque bene munitus, qui anſam habeat, ſicut & inſititium tormentum, quâ facillimè ſuſpendatur. Qui inſititium tormentum applicat, communiter thoracem & galeam habet, ictus ſclopi majoris patientem.

Nonnunquam inſititium tormentum ita parvum eſt, ut ab homine ſolo deferatur, clavoque ſimplici pro foribus ſuſpendatur, ſi verò majus fuerit à duobus hominibus deferetur.

Multæ occurrunt difficultates in eo applicando, præcipuè ſi foſſa interjiciatur, tunc ſcalis utendum eſt, quæ etiam rotulis inſtruuntur.

PROPOSITIO XXX.

De munitione domorum campeſtrium.

Perſonæ privatæ in domibus ſuis muniendis expenſas facere nec poſſunt nec debent, neque enim arces excitant, quæ obſidionem patiantur, ſed tantum quæ repentinis hoſtium excurſionibus reſiſtent. Figura quadrata erit, aut rectangula altera parte longior. Loco turrium poſſent adhiberi parva propugnacula, quorum ſemicolla eſſent 25 pedum. Si tamen turres rotundæ ſint; ne videantur arcem conſtruere, addendus eſt parvus angulus, ut nulla ſit pars indefenſa. Altitudo murorum ſupra foſſam erit duarum exapedarum, foſſa ſit plena tempore belli, vacua tempore pacis propter vapores noxios.

ARCHITECTURÆ MILITARIS LIBER SEXTUS.

Defenſio.

VAMVIS tota architectura militaris defenſionem ſpectet, cum munitiones noſtræ offenſivæ non ſint, eo ſcilicet tantum fine excitatæ, ut pauci præſidiarii, multis obſeſſoribus reſiſtant; ſunt tamen nonnulla opera, quæ non uſurpantur, niſi dum jam promota eſt impugnatio. Quare in hoc libro, non trado omnes modos repugnatorios, nec arcis præfectum inſtituendum ſuſcipio, neque enim militem ago, ſed architectum, qui nonnulla tantum opera, & munitiones in hoc rerum articulo fieri ſolitas proponit: tales ſunt, antiobſidionales lineæ, reſciſſiones, ſeu partialia valla, anticuniculi, varia ſupellex rerum quibus hoſtium conatus ſolemus, aut irritos reddere, aut ſaltem retardare. Addam item nonnullas praxes ad exhibendas ritè munitionum figuras.

PROPOSITIO I.

Nonnulla opera ad irritandas hoſtium repentinas irruptiones.

Repentinæ hoſtium irruptiones, vel fiunt ſcalis admotis, vel inſititio tormento, quæ enim perfidia, & clandeſtina præſidiariorum defectione promoventur, nullis machinis, nullis architecturæ operibus retardantur. Neque etiam mei juris ſunt excubiæ, vigilum circuitiones, militaris teſſera, multò minus ordo pugnarum.

Quare dico contra repentinas hoſtium irruptiones, quæ ſcalis admotis perficiuntur, foſſam aqua plenam plurimùm, ſi tamen hyeme in gelu concreſcat ſecuribus impactis diffringatur, ſi foſſa ſicca ſit crepidinem interiorem præruptam habeat, quæ difficilem præbeat aſcenſum.

Pali ſeu vacerræ in vallo ſub lorica horizontaliter infixi, ſcalas longius removent, alia item repagula, quæ ſine fragore non perrumpuntur, ſpeculæ jaculatoriæ, macetiæ ſupra muros extructæ, quæ in accumbentes decidunt, varia item inſtrumentorum ſupellex, ut ſunt furcæ, unci, harpagones quibus ſcalæ longius à muris removentur; arma item offenſiva, ut tormenta bellica minutioribus glandibus, & catenulis farta.

Contra

Digitized by Google

Contra Inſititium tormentum hæc faciunt, pauciſſimi ſint aditus in iiſque agantur excubiæ diligenter. Sint item in ſingulis aditibus 4 aut quinque portæ, clatra, arrectarii pontes, cataractæ, ſeu crates ferrea decidua, hæc crates inſeritur cavitati, in quadrariis lapidibus factæ, retineturque in ſuperioribus, funè, aut rudente annexo, axi in peritrochio.

Organum item vocant ingentes trabes patiter in ſuperioribus annexas, quarum ſingulæ ſeparatim decidunt, etiamſi alterius caſum prohibeas.

Dominus *Deville* nonnullas praxes profert, quibus cataracta ita aptatur, ut inſititio tormento perrumpi non poſſint fores, quin decidat, ſi nempe rudens cataractam ſuſtentans pluribus ſpiris circa fores circumducatur, fores non diſſilient quin alicubi incidatur.

Aliam item profert machinam, nempe murum, rotulis impoſitum, qui licet graviſſimus ope rotularum denticulis inſtructarum, ſingulis noctibus, admoveatur poſtibus.

PROPOSITIO II.

Defenſio contra tormentum bellicum.

Optima ratio muniendi ſe contra tormenta bellica, illis moles quæ reſiſtant opponit, quod hactenus præſtitimus, non enim tantum valla, ſed loricas ita craſſas voluimus, ut globorum æneorum patientes eſſent. Quia tamen non perſeverant inconcuſſæ, ſi nempe crebrius quatiantur, nonnulli vellent ut partes loricæ quæ fortius impetuntur, quales ſunt alarum loricæ magnis ſaccis plenis lana, nonnihil ab iis diſtantibus, & ſuſpenſis tegerentur, ſic enim putant globorum impetum obtundi.

Melius tamen tormentis bellicis alia tormenta bellica opponuntur, ideoque Comes de Pagan tres tormentorum ſtationes in ſingulis alis, ſeu 13 tormenta ſtatuit.

Ad quem finem plurimum faciunt editiora tormentorum ſuggeſta, quæ poſt vallum in ipſa cortinæ ala collocantur; poterunt item collocari in faciebus, atque ita plures machinas machinis hoſtilibus opponimus.

Secundus modus erit ſi in eruptionibus hoſtilium tormentorum lumina, adactis clavis trabalibus obturemus, vel armamenta & corbas, & currus incendamus.

Quia tamen chalybei clavi idemtidem inciſi, & in lumina a lacti, & fracti, adhuc terebella perforantur, ideo nonnulli ſilices adigunt. Poſſet item tormentum triplici modulo pulveris pyrii impleri, & explodi, objiciendo cuneum ipſi globo, ut ejici non poſſit, diſrumpetur enim tormentum.

PROPOSITIO III.

Defenſio contra ignicos globos.

Ignei globi ſeu Bombæ non à multo tempore ſunt excogitatæ, primóque in Gallia ſunt uſurpatæ anno 1635 in obſidione Dolenſi. In Rupellana obſidione hujus machinæ nulla fit mentio, cum tamen Rupella omnes habeat conditiones, quæ communiter requiruntur, ut hi globi effectum habeant, eſt enim civitas in qua coacervantur ædes, atque adeo civibus magnum terrorem incuſſiſſent. Eſt ſatis difficile effectum hujuſmodi globorum impedire, nam pondere ſuo contignationes, tecta, & fornices perrumpunt, tum ædes disjiciunt dum concepto igne diſſiliunt.

Nonnulli aſſerunt faſces, & ſarmenta ſi plura ſint, impetum decidentis globi infringere, ita ut ſubjecta tecta, & fornices intacta remaneant.

Secundò ſi plures fiant tranſverſæ, ſeu loricæ terreæ, dum globus decidit licebit aufugere, & ponè loricam tutò deliteſcere.

Tertiò notandum eſt globi fragmenta ejici ſecundùm angulum ſemirectum, ita ut qui humi procumbit, intactus permaneat, etiamſi globus propè illum diſſiliat.

Quartò audaciores fimo & pellibus, os globi obturant ubi cecidit; quod dicuntur egregiè præſtitiſſe Judæi Savernæ in Alſatia, quod multi tribuunt magiæ.

PROPOSITIO IV.

Contra obſidionales lineæ.

Longius ab arce hoſtis detineatur. Hoc axioma per ſe motum eſt, quamdiu enim à nobis longius aberit damnum non inferet. Quod ut exequamur opera externa munitionibus noſtris addimus, ſi quæ ſint loco opportuna præoccupamus ut ibi diutius hoſtem remoremur.

Quare ſi præſidiariorum numerus ſufficiat, non tantum opera externa defendenda ſunt, ſed contra obſidionalibus lineis ad hoſtes eundum eſt, quæ lineæ contrarias leges habent.

Primò, loricam ad hoſtes obverſam habeant.

Secundò, directè ex aliqua ſtatione vallari videantur.

Tertiò, ſemireductus tantum habeant, ne hoſtibus ſint utiles.

Quartò, ita diſponantur ut ab operibus externis defendantur.

Quintò, cavendum eſt ne ex alioquo loco ſuperiori videantur.

Sextò, denique quod maximè animadverti velim, ſi ad apices propugnaculorum longius hinc inde procedant, obſidionales hoſtium lineas, ita directè detegent, ut ferè inutiles reddantur, præcipuè ſi locus ſit paulò altior: id uſurpatum vidi in obſidione Philisburgenſi, quia tamen, & ipſæ contraobſidionales lineæ ab hoſtibus directè videri poſſunt, anfractuoſæ poſſunt eſſe.

PROPOSITIO V.

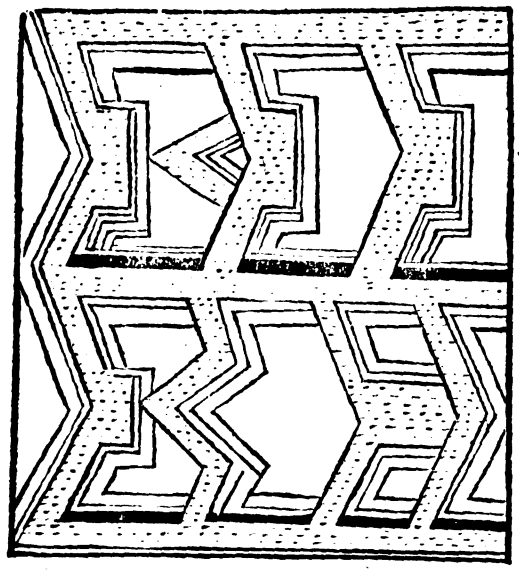
De reſciſſionibus generalibus.

Ultimum reſtat perfugium, dum aliqua munitio expugnatur, ut novis munitionibus, & reſciſſionibus *retranchements* obſeſſi ſe tegant, & in ſingulos paſſus novas hoſtibus moras injiciant. Hæc nova valla maturè debent inchoari, dum primum prævidemus, quam maximè in partem dirigatur hoſtium impugnatio, munitiones enim per otium factæ robuſtiores ſunt, ita parvum propugnaculum in majori extructum ſupra deſcripſimus ſecundum mentem Comitis de Pagan.

Figura reſciſſionum varia eſt, imitarique poteſt figuram

Digitized by Google

figuram omnium munitionum operum externorum, & transversarum.



Rescissiones sunt aut generales aut particulares, generales vocantur, cum tota aliqua munitio relinquitur, aut particularis, dum pars tantum relinquitur alia verò munitur.

Rescissio generalis videtur esse maximè propria operum externorum. Habet autem ut plurimum figuram illius operis, ab hoste expugnati; ita major parmula, alia minori intus inclusa rescindi potest, cornutum alio cornuto, aut pluribus consequenter positis, modò tamen à tergo impugnari non possimus, coronatum item aliud coronatum, & forceps aliam forcipem complecti potest.

Nonnunquam munitio aliam diversæ speciei continet; ita in coronato cornutum, in cornuto parmulam construimus.

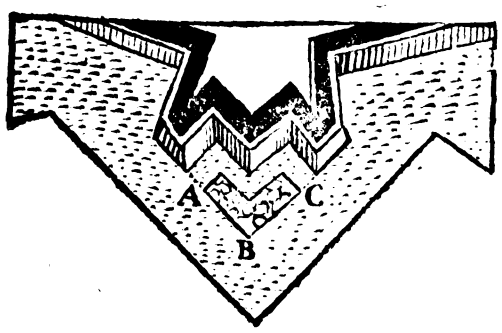
Observandum autem est inter munitionem ab hostibus occupatam, & novam, aliquid spatii relinquendum, quælibet enim rescissio fossâ instrui debet. Secundò optimum erit si novum vallum ab aliqua statione defendatur. Ita in coronato dum rescissio universalis est pedibus 24 retrocedimus.

Notandum item est hujusmodi rescissiones plures præsidiarios non exigere, quam si abessent, sunt enim inutiles quamdiu priores perseverant.

Nonnunquam partes munitionis conquassatæ adhibemus, ut opus rescissum perficiamus, ita ex partibus cornuti tres formamus parmulas à forcipe defensas.

PROPOSITIO VI.

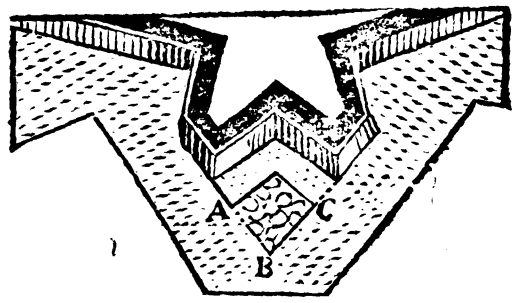
De rescissionibus particularibus.



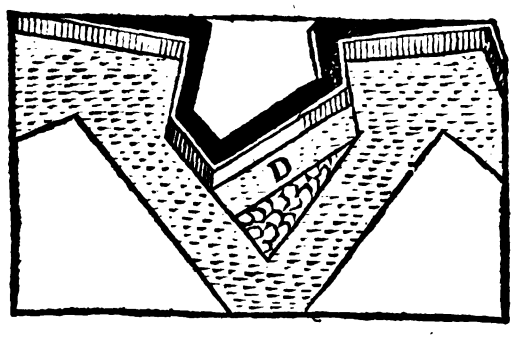
Rescissiones propugnaculorum majoris sunt

momenti, sequunturque impugnationem. Supponamus ergo disjectum esse apicem propugnaculi A B C, posset opus rescissum imitari figuram duplicis forcipulæ, aut simplicis prout facilius fuerit.

Si solam faciem occupaverit hostis, aliam faciem præferret opus rescissum, relicto spatio ad fossam sufficienti, post primam rescissionem alia fieri potest, ut parmula.



Occupato toto propugnaculo potest alia intra urbem fieri rescissio, verbi gratia duo propugnacula, cum parmula simplici, aut duplici quæ dicitur generalis, cujus exemplum habemus in obsi-



dione Ostendæ, quæ tres annos tenuit, & in qua pluries præsidiarii rescissionibus generalibus se munierunt, & plusquam dimidiam urbis partem amiserunt, priusquam de deditione cogitarent.

In multis tamen urbibus solum arenosum minus accommodatum est munitionibus perficiendis, aliunde deficiunt glebæ, rami, cæteraque unde meliores sunt rescissiones, quæ ante obsidionem per otium fiunt. Posset hujusmodi rescissionibus attribui sectio verticalis.

Nunquam relinquenda est vetus munitio conquassata licèt, nisi in extrema necessitate, prius enim omnia adhibenda sunt, quæ moram hostibus injiciant, adhibentur vacerræ, dolia farta terra, quæ dum nullus defensioni restat locus in hostes præcipitantur.

PROPOSITIO VII.

De Anticuniculis.

Cum potentissima ad expugnandas urbes machina sit cuniculus, omni conatu impediendus est, id autem præstamus anticuniculis, quibus hostium cuniculos investigamus, ut fossorem occidamus, opusque jam factum disjiciamus aut pulverem subducamus.

Cum frequentissimus apud antiquos esset cuniculorum usus, pluribus modis eos detegebant. Refert Vitruvius Architectum urbis Apolloniæ obsessæ, multas in pomerio fossas duxisse, easque exterius produxisse, multa item vasa ænea suspen-

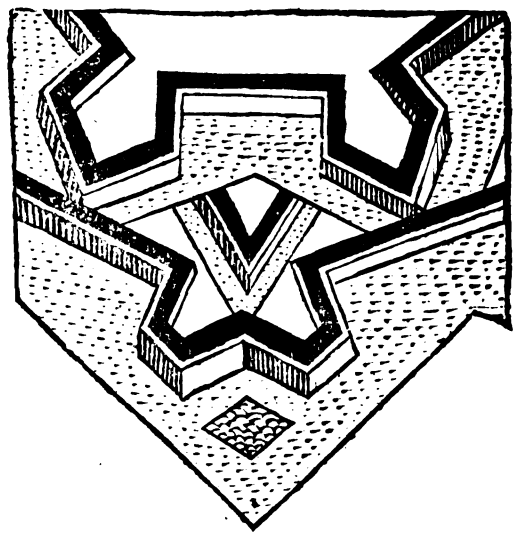
 disse,

Digitized by Google

diſſe, quæ ſonum ederent,dum hoſtes ſubtus effoderent.

Nonnulli fornices in ipſo vallo extruunt, quod quidem non probarem,eò quòd infirmius evadat, ut accidit in aliqua arce recens extructa, in cujus vallo extructæ ſunt militum caſæ, ita ut in ea vix tormentum explodatur quin alicubi vallum vitium faciat.

Ut detegantur cuniculi fiunt putei nonnihil



obliqui, ut infra foſſam deſcendatur ſi ſicca eſt, ſi enim plena fuerit tantum à cuniculis periculum non eſt, fiuntque plures porticus, quibus via hoſtibus intercipitur, pluresque ramuſculi in quibus excubitores ſtatuuntur, qui auſcultent qua parte hoſtes veniant. Habentur item majores terebræ, 7 aut 8 pedes longæ, cujus extremitas figuram grani hordeaci imitatur.His terebris prætentamus craſſitiem ſoli, dum tamen eius indoles, & qualitas id patitur; aperto enim foramine videtur hoſtium lumen, inſititio deinde tormento terram perrumpimus, aditumque obſtruimus, modò tamen reſtet craſſities tantum 7 aut 8 pedum.

Inſititium autem tormentum variè applicatur prout hoſtis ſuperiorem, aut inferiorem locum occupaverit. Si in eadem linea horizontali verſetur, tabula tormenti verticalis erit, hoc eſt ad hoſtes dirigendum erit tormentum.

Hæc methodus optima eſt dum à longè hoſtis ad nos adrepit, ſi enim tranſmittit foſſam vinea, intra propugnaculum unus, aut alter puteus effodiatur, multi exiſtimant praxes ad detegendos hoſtes, nempe ope tympanorum eſſe valdè inutiles, quia dum ita percipiuntur, ita jam promotum eſt opus ut impediri non poſſit. Obſidio tamen Candienſis nos docuit, hoc aut ſimili modo detectos cuniculos irritos reddi poſſe.

Fumus inutilis eſt ut hoſtis ex cuniculo ejiciatur, quare ignibus artificialibus utendum erit,obſtructo prius interius cuniculo,ne utrinque æqualiter noceat. Si cuniculus nondum ad vallum pervenit, cuniculo profundiore disjicietur & irritabitur. Pariter ſi hoſtis vallum inſedit, cuniculo inde eſt deturbandus.

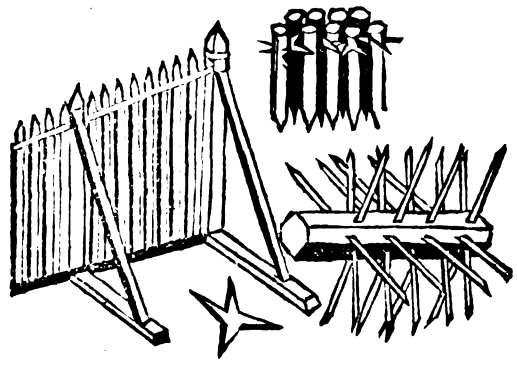
PROPOSITIO VIII.

De Arcis, ſeu reſciſſionibus tectis.

Arcæ, ſeu munitiones tectæ, quas Itali caponerias dicunt, ſunt valla humiliora & tecta, in quibus præſidiarii deliteſcunt foſſamque defendunt. In omnibus præcipuè acclivitatibus collocari poſſunt. Fit enim foſſa,& ex humo quæ egeritur formatur lorica, tum in quatuor angulis infiguntur terræ pali craſſiores, quibus annectuntur aſſerculi craſſi, claviſque trabalibus firmantur, id habent commodi,quod ſæpè undique ſclopis petantur hoſtes, nec tamen ullum videant. Locus hujuſmodi arcarum erit in omnibus acclivitatibus ante alam, pluribuſque locis in foſſa. Debent autem extare duobus aut tribus pedibus ſupra ſuperficiem terræ, ita ut per feneſtellas tantum explodantur ſclopi. Fiant autem firmiores, ne citò perrumpantur, ſic enim optimè ſiſtunt primum hoſtium impetum.

PROPOSITIO IX.

De Vacerris, palis, repagulis, muricibus.



Vacerrarum uſus latiſſimè patet, caſtra enim vacerris optimè muniuntur; adhibentur item in mediis foſſis etiam aqua plenis, ut navicula prohibeantur; pariter in lorica ſuburbana, in margine vallorum, nonnunquam verticales ſunt, aliàs horizontales. Ad vacerras revocantur pali verticaliter terræ infixi, in quincuncem digeſti, & clavis armati. Repagula item pauciſſimis palis innixa.

Dantur & trabes hirſutæ acuminibus, quas equos Friſiæ nuncupamus, ſunt autem trabes ſexangulæ, quibus acuminati ſcipiones inſeruntur longi quatuor aut quinque pedes.

Dantur & murices, ſeu quatuor cuſpides ita diſpoſitæ, ut una ſemper ſit verticalis. Hæc in foſſis magno numero diſponuntur; & ſæpè in viis ut equitatum ſiſtant.

DE PERSPECTIVA MILITARI.

Quamvis ex communibus perſpectivæ principiis ea omnia perfici poſſunt quæ hoc in loco requiruntur. Quia tamen non ab omnibus qui arces, cæteraſque munitiones deſcribunt, tantam ſcientiam jure exigeremus, alias praxes faciliores ſubſtituemus, quæ licet in rigore nonnihil à vero abludant, non ineptè tamen objectum exhibent.

PROPOSITIO X.

Primum principium perſpectivæ militaris. Ichnographia eadem perſeverat.

Primum principium hujus perſpectivæ militaris intactam relinquit ichnographiam, quamvis ſecundum communes leges ichnographia geometrica in ichnographiam perſpectivam commutetur,

Digitized by Google

tur ; aſſero tamen nihil in hoc negotio contra communes leges admitti.

Demonſtratio. Quodlibet poteſt pro tabella ; ergo planum horizontalis poteſt planum tabellæ, ſeu ſectionis evadere: ſed in hac hypotheſi ichnographia eadem perſeverat, utpote tabellæ parallela ; ergo ſecundum regulas univerſales ichnographia immutata perſeverat.

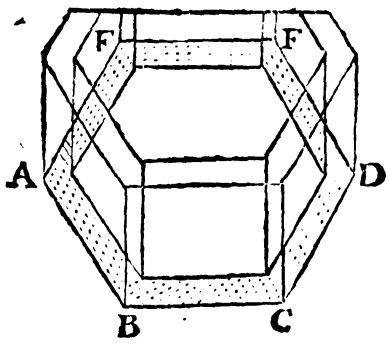
PROPOSITIO XI.

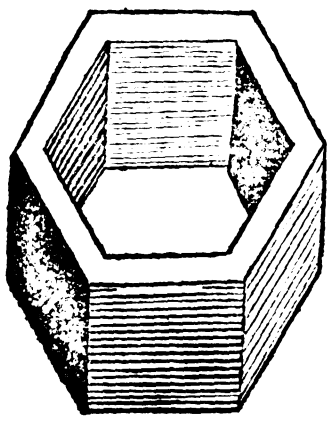
Secundum Principium perſpectivæ militaris. Lineæ verticales ſunt parallelæ inter ſe ſuaſque dimenſiones conſervant.

Perſpectiva communis Jubet in tabella horizontali, lineæ objectivæ verticales ita exhiberi ut concurrant in puncto principali, vicinioreſque oculo majores apparere, ſed ſi ſupponatur oculus in maxima diſtantia, poſſunt repræſentari per lineas parallelas. Poſſumus ergo hanc ſequi regulam utpote facillimam, quæ quamvis in rigore nonnihil deficiat, objectum tamen ſat bene repræſentat.

PROPOSITIO XII.

Muros verticales cuilibet plano geometrico inſiſtentes exhibere.





Sit Ichnographia Geometrica ABCDEF, quæ etiam craſſitiem muri exhibendi præferat, ducantur ex omnibus angulis figuræ tam interioris, quam exterioris lineæ parallelæ, & æquales inter ſe, quarum extrema lineis rectis conjungantur, & abſoluta erit operatio.

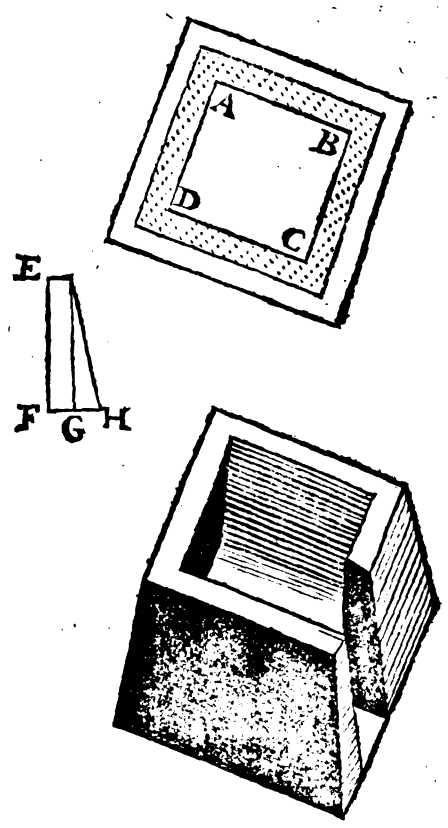
Hæc praxis facilè demonſtrabitur ſi ſuppona-

tur oculus maximè diſtans non quidem à tabella, ſed à figura deſcribenda, lineæ verticales concurrentes in puncto valdè diſſito erunt phyſicè parallelæ.

Notandum eſt plurimas lineas perfecto opere non comparere, eò quod intra murorum craſſitiem cadant, aut ab ea occultentur.

PROPOSITIO XIII.

Supra ichnographiam Geometricam muros acclives excitare.



Suppono planum Geometricum cui imponendos ſuſcipimus muros acclives eſſe ABCD, ſitque ſectio verticalis murorum EFGH. Deſcribatur circa planum ABCD, planum acclivitatis, quod ab eo diſtet ſecundum lineam GH. Excitentur exinde (*per præcedentem,*) muri recti ſupra planum ABCD, denique ex angulis plani ſuperioris, ducantur lineæ rectæ ad planum acclivitatis, habebiturque deſcriptio murorum aclivium.

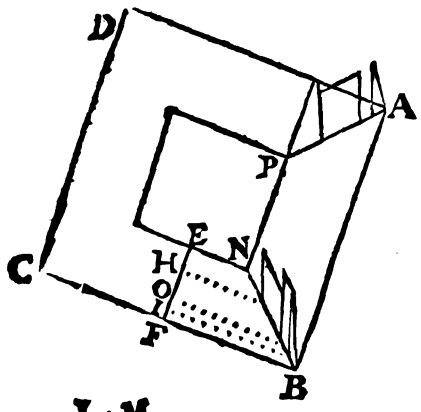
PROPOSITIO XIV.

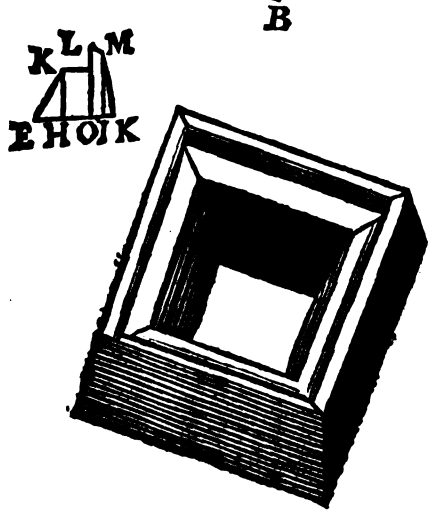
Vallum, & loricam cum ſuis acclivitatibus excitare ſupra planum Geometricum.

Suppono jam haberi planum Geometricum illius munitionis, verbi gratia reductûs ABCD ; ſitque F E M ſectio verticalis, in qua demiſſæ ſint perpendiculares MI, LO, & KH ducatur in plano linea perpendicularis FE, in quam transferes diviſiones lineæ FE ſectionis horizontalis, per quas ducantur parallelæ lineæ B C uſque ad diagonalem B N. Excitentur item in punctis diagonalis B N lineæ verticales, æquales perpendicularibus ſectionis verticalis. Idem fiat in aliis diagonalibus, habebiſque ſupra ſingulas totidem ſectiones

Digitized by Google

verticales. Denique ducantur per ſingulos angulos hujuſmodi ſectionum lineæ parallelæ, quarum

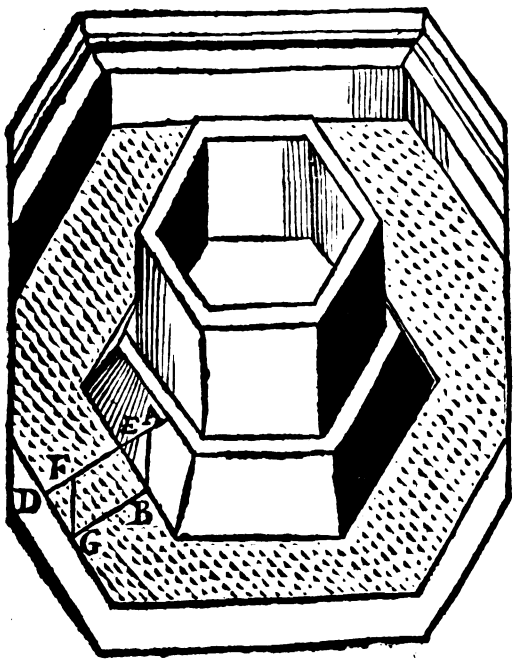


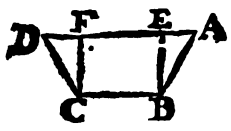


plurimæ deliteſcent intra craſſitiem operis, & perfecta erit deſcriptio.

PROPOSITIO XV.

Foſſas exhibere.





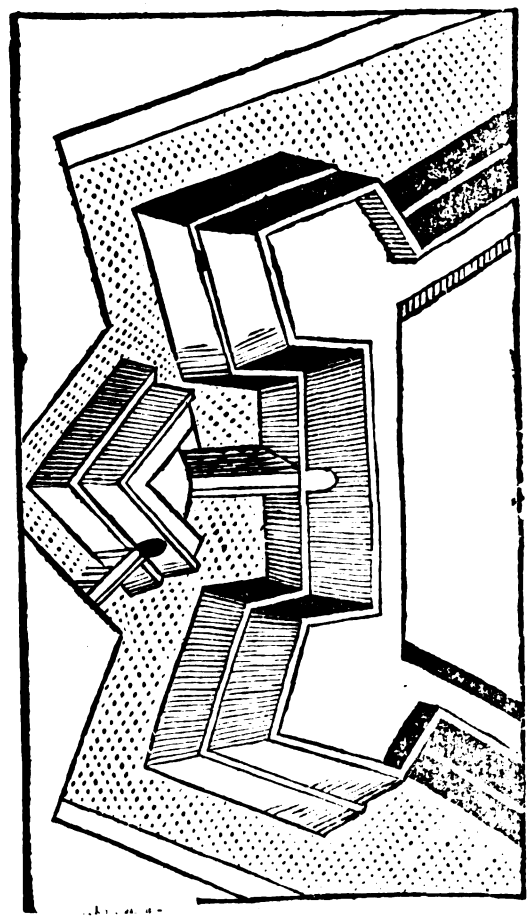
Quamvis in pleriſque munitionibus foſſa ut plena aqua exhibeatur, poſſumus tamen eam ut vacuam & cavam exhibere, eadem praxis adhibetur niſi quod in hoc caſu lineæ verticales non ſupra, ſed infra planum aſſumuntur.

Suppono ergo vallum & loricam per praxin ſuperiorem eſſe deſcripta, quibus addere volumus foſſam, ſuppono item ABCD eſſe ſectionem verticalem foſſæ, ducatur in diagrammate linea AD, in quam tranferantur diviſiones lineæ AD ſectionis verticalis. Addantur perpendiculares EB, FC æquales ſibi correſpondentibus, tum per puncta ABCD ducantur lineæ parallelæ lateribus figuræ, perfecta erit deſcriptio.

PROPOSITIO XVI.

Integræ munitionis diagramma deſcribere.

Difficile non erit integram munitionem exhibere, ita ut extare videatur. Deſcribe primò pla-



num Geometricum, ita ut margo valli notetur, cum margine foſſæ, & limbus acclivitatis loricæ viæ tectæ; deſcribatur vallum & lorica (*per propoſitionem* 14.) & foſſa per præcedentem, habebiſque valli perfectum diagramma; quod erat propoſitum.

TRACTA

TRACTATUS XVI.

HYDROSTATICA.

PARTEM Matheſeos noſtræ jucundam, æquè ac facilem aggredimur, ſecundum nempe mundi elementum. In quo quatuor tantùm, mathematicæ conſiderationis invenio; nempe pondus aquæ ad quod maximè ſpectat Hydroſtatica, ſeu de inſidentibus in humido, ſecundum curſus eius, ſeu de fontium naturalium, & fluminum curſu, tertium vis impulſiva, ad quam fontes omnes artificiales, & machinæ hydraulicæ revocantur, quartum denique navigatio quæ quatuor ſingulos tractatus ſibi vendicabunt.

DEFINITIONES.

DEFINITIO I.

Corpora æquiponderantia abſolutè, ſunt ea quæ in aëre poſita in bilance æqualium brachiorum, ſtant in æquilibrio, ut duo pondera quæcumque unius libræ. Intelligo autem quod ſtent in æquilibrio in aëre, cujus pondus vel modicum eſt, vel à nobis in aëre degentibus non conſideratur.

DEFINITIO II.

Corpora æquiponderantia, reſpectivè, ſeu ſpecificè, ſeu æqualis gravitatis in ſpecie, ea ſunt quæ ſub æquali mole, æqualem obtinent gravitatem abſolutam. Ut ſi ſint duo cubi palmares, qui in bilance æqualium brachiorum ſtent in æquilibrio, illi erunt ejuſdem gravitatis ſpecificæ. Et conſequenter ea corpora erunt diverſæ gravitatis ſpecificæ, quæ ſub æquali mole, inæqualem habent gravitatem abſolutam. Quæ comparatio fieri poteſt, vel componendo liquida, cum liquidis, vel ſolida cum ſolidis, vel ſolida cum liquidis. Hîc utramque comparationem inſtituimus, primò ſolidorum cum liquidis, & liquidorum cum liquidis: quod enim inſtitui poſſit hæc comparatio facilè conſtat, neque enim liquida gravitate carent. Ex quo ſequitur ſolida comparata cum aqua, vel illâ eſſe leviora in ſpecie, vel graviora, vel æquè gravia. Quod autem de aquâ dicimus, de alio quocumque liquido ſervata proportione intelligi debet.

DEFINITIO III.

Liquidum corpus, ſeu ut vocant humidum, illud eſt quod facilè alieno, difficillimè ſuo termino continetur. Quæ definitio ſatis per ſe patet nec ullam peculiarem difficultatem facit.

DEFINITIO IV.

Corpus ſolidum illud eſt, cujus partes ita inter ſe unitæ ſunt, ut cum aliqua difficultate divellantur. Quare per ſolidum, non intelligimus tantum corpus illud, quod habet trinam dimenſionem.

SUPPOSITIONES.

Suppoſitio prima. Ex principiis Staticis jam ſuperiùs traditis, clariſſimum eſt, ut poſſit judicium ferri, de gravium interſe comparatorum deſcenſu, aut præponderantia, non eſſe ſolum eorum gravitatem attendendam, ſed etiam peculiarem diſpoſitionem ad motum majorem, aut minorem; ita ut major motus, majorem gravitatem ſupplere poſſit. Quod manifeſtiſſimum in omni genere machinæ, aut potentiæ motricis; quemadmodum fusè ſatis explicuimus ſuo loco. Præcipuè verò, in libra majori, in quâ vidimus, idem appendiculum unius verbi gratiâ libræ, ſtare in æquilibrio, cum 10. 100. 200. 1000. libris, ex brachio breviori appenſis, dum magis, aut minùs à jugo removetur. Tunc enim majorem deſcribit circulum, ex quo & majorem vim ad ſuſtentandum pondus oppoſitum, majoremque reſiſtentiam obtinet. Pondus enim majori motui magis reſiſtit, quàm minori.

Ex eo autem hoc effatum demonſtravimus, tunc eſſe æquilibrium, quando ponderum gravitates, & eorum motus, aut quod in idem recidit, eorum diſtantiæ à puncto ſuſpenſionis ſunt reciprocæ. Ut pondus duarum librarum, diſtans uno pede à jugo, eſt in æquilibrio, cum pondere unius libræ duobus à jugo pedibus remoto: cum idem ſit unam libram movere per duos pedes, ac duas libras per unum pedem. Ad hoc igitur principium revocabimus, quæcumque de natantibus in humido demonſtrabuntur, ita enim exactè, hoc principium obſervatur in hac materia, ut nulla ſit ſtatera exactior.

Suppoſitio ſecunda. Momentum apud mechanicos, eſt id quo potentia fit potens ad agendum, & reſiſtendum. Quare momentum eſt menſura virium quæ ſunt in aliqua potentia. Componitur autem momentum, ut jam diximus, ex gravitate abſoluta ponderis, & diſpoſitione ad motum majorem, aut minorem, reſpectu motûs quem producere debet, in alio corpore, quod ſurſum moveri debet dum primum deorſum fertur. Unde non tantùm ad cognoſcendum momentum debet gravitatis abſolutæ haberi ratio, ſed etiam motûs,

Digitized by Google

que hæc ſecunda ſuppoſitio ferè cum prima coincidit.

PROPOSITIO I.

Problema.

Ea corpora gravia in aqua merguntur, quorum momentum majus eſt momento aquæ, ſurſum impellendæ, aut ſuſtentatæ.

Sit corpus grave, aquæ impoſitum, quod tale ſit ut majus momentum habeat, quàm tota aqua, quæ ipſo deſcendente debet ſurſum impelli, aut ſuſtentari: dico corpus illud demergendum.

Demonſtratio. Corpus illud aliud attollere poteſt, cujus momentum majus eſt; ſed ex ſuppoſitione corporis ſolidi momentum majus eſt, momento totius aquæ, interea aſcendentis: ergo (*per ſuppoſitionem ſecundam,*) victoria erit penes corpus ſolidum.

Si verò aquæ totius expellendæ à corpore, ut totum demergatur, majus ſit momento corporis ſolidi, non totum mergetur corpus ſolidum, quia victoria ſtare debet penes aquam cujus momentum majus eſt. Cum autem dum incipit mergi non tota aſcendat aqua, ſed aliqua tantum ejus pars, & pondus grave totum jam ab initio momentum ſuum habeat, ideo aliqua corporis gravis pars mergetur, donec aquæ ſuſtentatæ, & ſolidi momenta ſint æqualia.

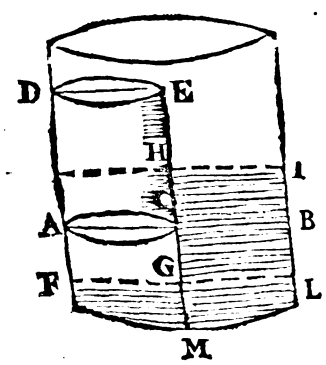
3. Si momentum aquæ aſcendentis, per corporis ſolidi demerſionem, æquale ſit momento corporis demerſi, erit æquilibrium; atque adeo corpus grave erit indifferens ad omnem motum in aqua.

Quare reſtat examinandum utriuſque tam corporis demerſi, quàm aquæ aſcendentis momentum, ut de toto negotio ferri poſſit judicium, cum momentum ex duobus coaleſcat, nempe ex motu; & ex gravitate abſoluta, ideo ſequentibus propoſitionibus utrumque conſiderabimus.

PROPOSITIO II.

Theorema.

Dum aqua ambiens, æqualis eſt priſmati demerſo, moles aquæ aſcendens minor eſt parte corporis demersâ.



Sit in vaſe quopiam ſuperficies aquæ AB, ſitque priſma ACDE, cujus baſis AC, & reliqua ſuperficies aquæ CB, æqualis baſi priſmatis AC, demergatur priſma uſque ad FG, aqua quæ erat in AFGC aſcendet in CHIB: dico aquam illam aſcendentem minorem eſſe quoad molem parte priſmatis demerſa.

Demonſtratio. Aqua aſcendens æqualis eſt quoad molem, ſpatio occupato à priſmate infra priorem ſuperficiem aquæ, nempe æqualis eſt ſpatio AFGC occupato à priſmate infra lineam AB. Nam ea tantum aqua aſcendit cujus locus occupatur, ſed cum tota aqua ante demerſionem ſit infra AB, aqua aſcendens æqualis erit ſpatio occupato infra lineam AB: ſed pars priſmatis demerſa major eſt, quam quæ poſita eſt infra AB. Cum enim aqua expulſa non evaneſcat, auget ſuperficiem aquæ. & conſequenter auget partem priſmatis demerſam, quare in tali caſu pars demerſa FH dupla eſt aquæ aſcendentis. Quod erat demonſtrandum.

Non inquiro adhuc an ſolius aquæ CHIB ratio ſit habenda, & aqua CGLB etiam aliquid conferat, hoc enim infra examinabitur.

PROPOSITIO III.

Theorema.

Ut ſe habet ſuperficies aquæ ambientis priſma demerſum, ad ſuperficiem totius aquæ ante demerſionem, ita ſe habet aqua aſcendens, ad partem priſmatis demerſam.

Sit in eadem figura ſuperficies aquæ ambientis priſma demerſum, HI aut CB, ſitque tota ſuperficies aquæ ante demerſionem AB, dico ita eſſe CB ad AB, ſicut aqua aſcendens nempe CHIB, ad partem priſmatis demerſam, nempe FH.

Demonſtratio. Pars aquæ aſcendens nempe CBIH, æqualis eſt quoad molem parti priſmatis ACGF, cum ab eâ expellatur: ergo additâ communi AH, erit tota pars priſmatis demerſa, æqualis toti aggregato AI: ſed aqua aſcendens CBIH ad aggregatum AI (*per* 7. 6.) aut (*per* 30.11.) eſt ut baſis CB ad AB: ergo aqua aſcendens ſe habet ad partem priſmatis demerſam, ut CB, reliqua ſuperficies aquæ, ad AB totam ſuperficiem vaſis.

COROLLARIUM I.

Si reliqua ſuperficies aquæ CB (detractâ nempe eâ parte AC, quæ à priſmate tegitur, ſit media pars totius vaſis, erit aqua aſcendens media pars, partis priſmatis demerſæ, ut in appoſitâ figurâ conſtat.

COROLLARIUM II.

Si magnitudo vaſis tanta ſit, ut priſma cum illa inſenſibilem habeat rationem, atque adeo ſuperficies aquæ reliqua, ferè ſit æqualis ſuperficiei totius, aqua aſcendens æqualis erit ſenſibiliter parti priſmatis demerſæ, nunquam tamen præciſè, & geometricè.

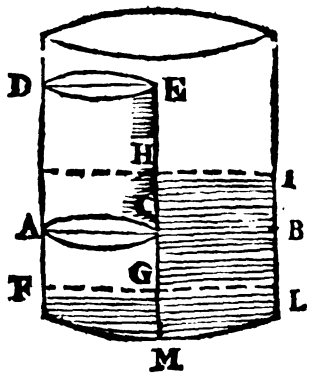
PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO IV.

Theorema.

Dum mergitur corpus, elevatio aquæ ſupra ſuperficiem priſtinam, ſe habet, ad deſcenſum priſmatis, ut baſis priſmatis ad ſuperficiem aquæ circumfuſæ.



In ſuperiori figurâ ſit AB ſuperficies aquæ ante immerſionem priſmatis, & poſt immerſionem ſit ſuperficies aquæ H I; ita ut aqua elevetur ſupra priorem ſuperficiem, ſecundum lineam C H, ſitque baſis priſmatis AC, ſuperficies aquæ circumfuſæ ſit C B; dico ita eſſe A C ad C B, ſicut CH ad CG deſcenſum priſmatis.

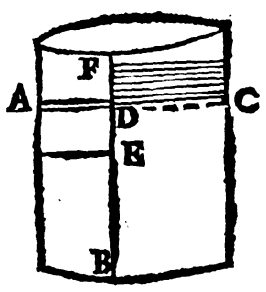
Demonſtratio. Aqua C I æqualis eſt parti priſmatis AG, quæ eius locum occupavit: ſed priſmata æqualia reciprocant baſes, & altitudines; (*per* 34.11.) Ergo ut baſis priſmatis nempe AC, ad baſin aquæ, ſeu CB, ita altitudo CH ad altitudinem CG. Quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO V.

Theorema.

Parum aqua eſt in æquilibrio cum multa aqua, quoties ſcilicèt ſunt in eadem linea horizontali.

Sit aqua AB multò minor in quantitate, quàm aqua BC, ſit tamen utriuſque eadem ſuperficies



horizontalis AC: dico aquam AB, eſſe in æquilibrio, cum aqua BC. Supponatur enim aqua AB ita deſcendere, ut impellat aquam BC, eamque elevet uſque ad F. Cum tota aqua quæ erat in AE, aut illi æqualis, ſit in FC, erunt aquæ AE FC æquales; ergo (*per* 14.6.) ita erit baſis AD, ad DC, ut DF ad DE. Sed ut AD, ad DC, ita tota aqua AB ad aquam BC, ſeu pondus aquæ AB ad pondus aquæ BC; ſunt enim ejuſdem gravitatis ſpecificæ, F D autem eſt motus aquæ BC; & AE eſt motus aquæ BE. Ergo ut pondus aquæ A B ad pondus aquæ B C; ita eſt motus aquæ B C ad motum aquæ AB. Ergo ex principio communi machanices aquæ A B, B C ſunt in æquilibrio. Quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO VI.

Si pars corporis immerſa, æqualis ſit in mole, aquæ quæ toti corpori æquiponderet, erit æquilibrium.

In prima figura, ſit totum priſma duarum librarum, ſitque pars eius immerſa F H, æqualis in mole duabus libris aquæ, dico eſſe æquilibrium, nec poſſe corpus illud ulteriùs progredi, ſeu majorem copiam aquæ attollere.

Demonſtratio. Si loco priſmatis ſubſtitueretur aqua in ſpatio F H, eſſent duæ libræ aquæ, ea nempe aquæ quantitas, quæ in mole æqualis eſt parti demerſæ F H: ſed ſi ſubſtitueretur aqua eſſet æquilibrium. Quoticſcumque enim aquæ ſuperficies eſt horizontalis, toties eſt æquilibrium, & tunc una aqua non attollit aliam; ſed duæ libræ aquæ ſunt æqualium virium, cum duabus libris corporis ſolidi; ergo ſi loco aquæ reponatur corpus duarum librarum, erit æquilibrium cum reliqua aqua; igitur non procedet ulteriùs, ſeu majorem copiam aquæ loco dimovere, ſeu attollere non poterit.

Si verò, totum prima non ponderet duas libras, ſed unam tantùm; non habebit vires æquales duabus libris aquæ, quarum vacuitas F H eſt capax; & quæ facerent æquilibrium. Quare reliqua aqua, corporis illius gravitatem ſuperaret, atque adeò attolleret corpus illud. E contra verò ſi corpus ponderet pluſquam duas libras, majores vires haberet, & ſurſum aquam attolleret.

Naſcitur tamen difficultas ex ſuperioribus propoſitionibus, cujus ſolutio hanc materiam clariorem reddet. Diximus in eadem figura, aquam aſcendentem deſcendente priſmate, minorem eſſe parte priſmatis demerſâ. Ut in appoſitâ figurâ, aqua aſcendens eſt C B I H, pars priſmatis demerſâ eſt F H, quæ eſt dupla, & in exemplo illius figuræ; eſt dupla aquæ aſcendentis; & aſcenſus unius æqualis eſt deſcenſui alterius; igitur non poteſt eſſe æquilibrium.

Reſpondeo priſma non tantum pugnare, & conſequenter non tantum comparari debere cum parte aquæ, quæ ipſo deſcendente aſcendit, ſed etiam cum ea quam ſuſtentat. Nam pars aquæ C B I H, antea erat in A F G C, & erat in æquilibrio cum aqua C B L G, eamque ſuſtentabat, cujus loco ſubſtituitur priſma; ergo priſma expulit ſolam aquam C B I H. Pugnat tamen, & cum C B I H, & cum C B L G, eodem prorſus modo, ut ſi eſſent duo pondera in lance utraque ſtateræ, verbi gratiâ una libra, in utraque; ſi utrumque pondus in unam lancem conjiciatur, neceſſariò in alteram imponendum erit

pondus

pondus duarum librarum ; ita etiam in noſtro exemplo accidit.

Oſtendo item alio modo eſſe æquilibrium. Cùm ex ſuppoſitione, aqua æqualis in mole parti priſmatis F H, ſit duarum librarum, in propoſito exemplo aqua H L, erit etiam duarum librarum: aquæ igitur FM, & ML ſunt in æquilibrio. Sed aqua H L duarum librarum eſt in æquilibrio cum priſmate, quod ſupponitur etiam eſſe duarum librarum; ergo aggregatum ex priſmate, & aqua FM, eſt in æquilibrio, cum aggregato ex aqua ML, & LH. Ergo omnia permanent in æquilibrio.

PROPOSITIO VII.

Theorema.

Corpus in ſpecie levius aquâ, non mergetur totum.

Corpus in ſpecie levius aquâ, majorem habet molem quam aqua ipſi æquiponderans ; ergo aqua ipſi æquiponderans, minor eſt illo ; ergo antequam totum mergatur occupabit locum aquæ ipſi æquiponderantis. Sed (*per præcedentem*) quoties corpus occupat locum aquæ ipſi æquiponderantis, toties eſt æquilibrium : ergo antequam mergatur totum corpus, erit æquilibrium; ergo non mergetur totum. Quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

Corpus in ſpecie gravius aquâ totum mergitur.

Corpus in ſpecie gravius aqua, eſt illud quod minorem habet extenſionem, quàm aqua ipſi æquiponderans ; ergo nunquam occupabit locum aquæ ipſi æquiponderantis ; ergo nunquam erit æquilibrium ; ſed ſemper vincet aquam. Nam dum totum mergitur, occupat locum aquæ ipſi æqualis in mole, quæ erat in æquilibrio cum reliqua aqua, ſed ex ſuppoſitione gravius eſt illa; ergo gravius eſt quam ut ſit æquilibrium. Ergo vincet adhuc. Cum autem etiamſi totum mergatur non occupet ſpatium majoris aquæ, nec plures ejus partes attollat, ſemper ſuperabit aquam, & fundum petet.

PROPOSITIO IX.

Theorema.

Corpus æqualis gravitatis cum aquâ, totum mergetur, indifferens tamen erit ad quemlibet locum in aqua obtinendum.

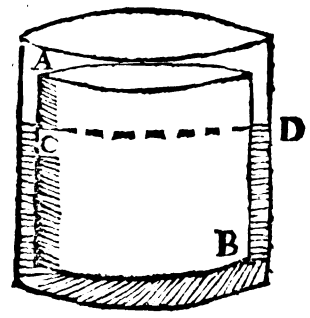
Corpus æqualis in ſpecie gravitatis cum aqua, dum totum mergetur, tunc primùm occupabit locum aquæ ipſi æquiponderantis ; ſed (*per 6. hujus*) quotieſcumque corpus occupat locum aquæ ipſi æquiponderantis, toties eſt æquilibrium : ergo dum corpus illud totum mergetur erit æquilibrium. Cum autem ſemel totum immerſum eſt, non occupat locum majoris aquæ; igitur nunquam deſtruetur æquilibrium : igitur quemcumque in aqua ſitum habeat, erit æquilibrium.

PROPOSITIO X.

Theorema.

Corpus in ſpecie levius aqua, à quantumlibet parva aqua ſuſtentari poteſt.

Sit quodcumque priſma in ſpecie levius aquâ, pendens verbi gratiâ 100 libras ; dico ab unâ librâ aquæ ſuſtentari poſſe. Fiat enim vas ita ipſi



reſpondens, ut inter ejus latera & priſma contineri poſſit una libra aquæ, & quia priſma illud eſt in ſpecie levius aquâ, ejus moles erit major 100 libris aquæ. Sit ejus pars CB æqualis in mole 100 libris aquæ ; & tanta aqua infundatur, ut perveniat ad lineam horizontalem CD, dico in tali caſu aquam licet modicam ſuſtentaturam illud priſma.

Demonſtratio. (*Per ſextam hujus*) quotieſcumque pars corporis æqualis in mole aquæ æquiponderantis toti corpori mergitur, toties eſt æquilibrium, & ſuſtentatur ab aquâ totum corpus ; ſed in noſtro caſu, ita ſe res habet. Supponitur enim aqua infuſa pervenire uſque ad lineam horizontalem CD, & partem CB, æqualem eſſe in mole 100 libris aquæ. Ratio eſt quia ſi loco priſmatis AB, ſuſtituerentur 100 libræ aquæ, quæ æquales eſſent in mole, parti CB, eſſet æquilibrium ; ergo etiam eſt æquilibrium, ſi loco aquæ reponatur priſma pendens 100 libras. Ratio ulterior eſt, quia aqua eſt in magno motu.

PROPOSITIO XI.

Theorema.

Quodcumque corpus levius aqua, tàm benè ſuſtentatur in aqua profunda, quàm in non profunda, nec magis in una, quàm in alia mergitur.

Quodcumque corpus levius aqua, mergitur eâ parte ſui, quæ æqualis eſt in mole, aquæ ſibi æquiponderanti, & demonſtratio univerſaliter oſtenditur, (*propoſitione ſextâ hujus.*) Si enim in aqua profunda, mergitur donec occupet locum aquæ ſibi æquiponderantis, & in aqua

Digitized by Google

aqua non profunda mergatur pariter donec occupet locum aquæ ſibi æquiponderantis, non magis mergetur in una quam in aliâ. Ratio ulterior eſt, quia ſi loco corporis ſubſtitueretur aqua ipſi æquiponderans, hæc ab alia ſuſtentaretur, ſed non requiritur major virtus ad ſuſtentandum corpus, quam ad ſuſtentandam aquam ipſi æquiponderantem; communis tamen opinio aliter judicat: ſed conſiderandum eſt ſi aqua ſuſtentata ab alia aqua inferiori poteſt ſuſtentare corpus aliquod, multò magis eadem aqua à terra ſuſtentata poterit idem præſtare. Ex quo fit ut nihil ſit timendum navibus modò fundum non tangant, hoc eſt ſi navis mergitur ad 20 pedes, nihil damni patietur, modò aqua ſit profunda ad 20 pedes, & paulò plus, hoc eſt fundum non tangat.

PROPOSITIO XII.

Theorema.

Corpus in ſpecie gravius aqua, nec à toto mari ſuſtentari poteſt.

Nullum corpus ſuſtentari poteſt, quod minorem occupat locum in aqua, quàm aqua ipſi æquiponderans, tunc enim tantùm innatabit quando occupabit locum aquæ ſibi æquiponderanti, ſed nunquam talem occupat locum. Si enim ubi totum incipit immergi, ejus loco ſubſtitueretur aqua ipſi æqualis in mole, eſſet æquilibrium, ſed loco talis aquæ ponitur corpus ſolidum prævalens: ergo ulteriùs tendit. Idem dicendum eſt ubi deſcenderit aliquantulum, ſi enim, in ejus loco poneretur aqua, ibi maneret, eſſetque in æquilibrio cum alia, ipſum autem corpus gravius eſt tali aquâ: ergo prævalere debet & ulteriùs tendere.

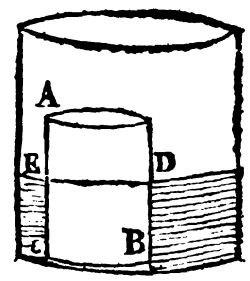
PROPOSITIO XIII.

Theorema.

Priſma levius aquâ in ſpecie poſitum in vaſe, non aſcendet, donec tanta infundatur aqua, ut ita ſe habeat altitudo priſmatis, ad altitudinem aquæ, ut gravitas ſpecifica aquæ, ad gravitatem ſpecificam priſmatis.

Comparari facilè poteſt gravitas ſpecifica, unius cum gravitate ſpecifica alterius, nempe poſita utriuſque æquali mole, ita ſe habebunt ut gravitates ſpecificæ, ita ut illud dicatur duplò majorem habere gravitatem ſpecificam, quod duplò majorem ſub eâdem extenſione gravitatem habebit. Vel poſita utriuſque corporis eâdem gravitate, quod majorem habebit molem, minorem dicitur habere gravitatem ſpecificam. Sit ergo priſma AB, cujus gravitas ſpecifica ſe habeat ad gravitatem aquæ, ut 1 d 2, ſitque poſitum in vaſe, in quod infundatur aqua uſque ad D, ſitque ut gravitas ſpecifica priſmatis ad gravitatem aquæ, ita DB altitudo aquæ, ad AC altitudinem priſmatis. Dico tunc nutare illud priſma, atque adeò ſi vel tantillulum aquæ addatur aſcenſurum.

Demonſtratio. Ut gravitas ſpecifica priſmatis, ad gravitatem ſpecificam aquæ, ita BD ad



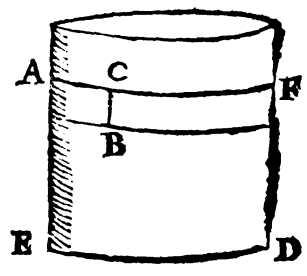
AC, ſed ut BD ad AC, ita priſma CD ad AB; ergo ut gravitas ſpecifica priſmatis ad gravitatem aquæ, ita magnitudo CD ad AB. Quare aqua æqualis in mole ipſi CD, erit æquiponderans priſmati AB: nam quoties gravitates ſpecificæ ſe habent ut magnitudines reciprocè: ſequitur idem eſſe utriuſque corporis pondus. Quare pars demerſa CD æqualis eſt in mole, aquæ æquiponderanti toti priſmati unde (*per 6. huius*) erit æquilibrium.

PROPOSITIO XIV.

Theorema.

Liquores leviores levitate ſpecifica aliis gravioribus ſupernatant.

Sit liquor AB in ſpecie levior aqua CDE; & in eadem ſuperficie ACF cum aqua, dico fore ut deprimatur aquæ ſuperficies AC & ſuperfundatur ſupra CF.



Demonſtratio. Si loco liquoris AB ſubſtitueretur aqua, eſſet æquilibrium ut oſtendimus (*propoſitione quintâ huius*;) ſed liquor AB, eſt levior; igitur, ab aqua attolletur ſupra ſuperficiem AC, ubi verò exceſſerit lineam ACF, effundetur ſupra ſuperficiem CF, atque ita deinceps, donec totus innatet. Niſi forſitan tenacitas liquoris impediat, quominus tam perfectè extendatur ſupra ſuperficiem aquæ; neque enim extendi poteſt in ſuperficiem Zenonicam.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

Fieri poteſt ut navis in mari ſupernatet, in aqua fluviatili demergatur.

Suppono ad hanc propoſitionem demonſtrandam, aquam ſalſam, eſſe graviorem aquâ dulci, & fluviatili; hoc eſt ſub iiſdem dimenſionibus majorem habere gravitatem, aut ſub eodem pondere minorem extenſionem. Sit ergo navis cujus moles major ſit aquâ ſalsâ ipſi æquiponderante, ſed minor aquâ dulci pariter ipſi æquiponderante; cùm enim ſub eodem pondere adæquante gravitatem navis, aqua dulcis majorem molem habeat, quàm ſalſa, fieri poterit ut moles navigii ſit major, mole aquæ ſalſæ, & minor mole aquæ dulcis. Sed in tali caſu ſupernatabit navigium aquæ ſalſæ, & mergetur in aqua fluviatili; nam in aqua ſalsâ dum navigium occupabit locum aquæ ſalſæ ipſi æquiponderantis, totum immerſum non erit, cum majorem extenſionem habeat ex ſuppoſitione; cum verò aquæ dulci imponetur, mergetur totum, antequam occupet locum aquæ dulcis ipſi æquiponderantis; ergo ulteriùs deſcendet, donec totum demergatur. Unde non tota navis mergetur in aquâ ſalsâ; tota autem mergetur navis intra fluviatilem.

PROPOSITIO XVI.

Theorema.

Vas metallicum plenum aqua mergitur, vacuum ſupernatat.

Volo vas metallicum, aut eſſe cavum ſimpliciter, aut eſſe ſphæricum undique clauſum, ita ut intra illud, aut aër, aut ſi fieri poſſit nihil ſit. Dico ſi vas illud aquâ impleatur, demergetur, ſi verò ſit vacuum aut plenum aëre, ſupernatabit.

Demonſtratio. Primò aggregatum ex aëre incluſo, & materia metallica eſt in ſpecie gravitatis minoris, quàm ſit aqua; ergo poteſt occupare locum aquæ ſibi æquiponderantis, antequam totum mergatur: ergo poterit ſuſtentari. Si verò impleatur aqua, primò ſi velimus conſiderare aggregatum ex metallo, & aquâ; illud majorem gravitatem habet quam aqua, ipſi æqualis in mole; ergo totum mergetur antequam occupaverit locum aquæ ipſi æquiponderantis; aut ſi velis, abſtrahe ab aqua intus incluſâ, cujus pondus in alia aquâ non reſpicitur, metallum eſt gravitatis majoris quàm aqua. Ergo in ea mergetur.

Ratio ergo eſt quod vas metallicum cavum, donec totum mergatur occupare poteſt in aquâ locum aquæ, ipſo ponderoſioris; ergo non mergetur, reſiſter enim aqua. At verò dum plenum eſt aquâ, debet conſiderari cum ipſo pondus ipſius aquæ.

Dices non eſſe eam rationem, ſed quod ſublevetur à levitate aëris intus incluſi. Sed contra, quia in cymba metallica, aër intus incluſus non poteſt adhærere cymbæ, ut illam ſuſtineat. Deinde ſi aliqua methodo poſſit extrahi, aut totus aër, aut ſaltem pars illius aliqua, ſuſtentabitur tamen; ſed in tali caſu, non ſuſtentatur ab aëre, ergo ab aqua. Quod ſi aër non poſſit educi, certum eſt quod Sphæra metallica intus vacua ſecluſo per intellectum omni corpore incluſo levitante, dum immergitur aquæ, occupat locum non tantùm æqualem moli metalli, ſed etiam toti Sphæræ. Ponamus totum metallum pendere unam libram, poteſt illa libra metalli ita tenuari, ut ex ea fiat globus cujuſcumque magnitudinis; ergo qui ſit æqualis in mole duabus libris aquæ, atque adeo qui in aqua occupet locum duarum librarum aquæ; ergo *(per ſextam huius)* ſuſtentabitur, ſecluſo per intellectum omni aëre.

COROLLARIUM I.

Ex quibus vides rationem, quare naves tot mercibus onuſtæ, tot tormentis bellicis, & ſæpe plumbo; non tamen mergantur, licèt hæc pondera ſeorſim ſumpta, in ſpecie ſint graviora, quam aqua, quia aggregatum ex his omnibus ponderibus, navi, & aëre incluſo, eſt in ſpecie levius aqua. Hoc eſt majorem habent extenſionem, quàm aqua ipſis æquiponderans. In quo licet figura in ſe præcisè nihil conferat, multùm tamen facit, eò quòd multum ſpatium intra comprehendat; unde fit, ut cum majori aquæ mole comparari debeat. Nam ſi omnes navis aſſerculi complicarentur, adjungerenturque cætera pondera, haud dubiè mergerentur, ſed adjungitur præterea aër, qui intra aquam ſimul cum navigio deſcendit, quare illius ratio haberi debet.

Vides item quare conquaſſatæ naves mergantur; quia nempe loco aëris ſubſtituitur aqua; quare aggregatum ex his omnibus minorem locum occupat, quàm aqua ipſis æquiponderans.

Immò etiamſi non frangantur naves, ſi aliquo caſu, aut nautarum incuriâ, impleantur aquâ, merguntur, propter eandem rationem.

Vas ligneum aqua plenum non mergitur totum, ſed aqua in eo contenta attollitur ſupra ſupra ſuperficiem alterius aquæ. Quia nempe aggregatum ex ligno, & aquâ eſt in ſpecie gravitatis minoris, quam aqua, ſeu occupat minorem locum, quàm aqua ipſi æquiponderans, atque adeò totum mergi non debet.

Propter eandem rationem pondera graviſſima ſubjectis veſicis ſuſtentantur, pontes ex naviculis, ex doliis vacuis conſtruuntur.

COROLLARIUM II.

Eo modo facilè ſine ullâ rarefactione novâ, explicare poteris modum, quo aqua in nubem attenuata, aſcendit ſupra aërem, quæ ante illam attenuationem infra aërem deſcendebat. Et primò quidem facilè intelligitur quomodo fieri poſſit, poſitâ verâ rarefactione, ut aſcendat; nam aqua in ſtatu connaturali, minorem locum occupat; quàm aër ipſi æquiponderans, aut quod idem eſt, aër quoad molem æqualis aquæ, minus ponderat quàm aqua; quare ſecundum regulam priùs poſitam aqua prævalet. Nam aqua deſcendente virtualiter aſcendit tantùm moles aëris ipſi æqualis, quam aqua utpote gravior ſuperat, & vincit.

Digitized by Google

eit. Dum verò aqua incaluit majoremque locum occupavit, quàm aër ipſi æqualis pondere, tunc aër viciſſim ſuperabit aquam atque is modus communis eſt.

Alius verò modus nullam admittens veram rarefactionem, aut condenſationem, niſi admixtionem alterius materiæ, neceſſariò admittere debet dari corpora alia aliis graviora, aut leviora, ita ignis levior eſt aëre, aër aquâ, aqua quam terra. Quare dum calefiit aqua, ejuſque partes diſtrahuntur ab invicem, ex qua attenuatione adhuc gravitatem non mutant, ſed cuilibet particulæ aquæ, annectitur aliqua ignis particula, unde fit ut aggregatum ex particulis ignis, & aquæ, fiat in ſpecie gravitatis minoris, quam aër, & prævaleat aër, ſurſumque illud aggregatum extrudat, licèt ſolam aquæ particulam extrudere non poſſet.

Dices. Si aër extrudere non poteſt particulam aquæ ſolam, non poterit etiam extrudere, aggregatum ex aqua, & igne, quod enim non poteſt ſuſtentare partem, non poterit ſuſtentare totum.

Reſpondeo. Illud argumentum fieri poſſe de quocumque pondere cui veſica adjungitur. Sit enim plumbum quod ab aquâ ſuſtentari non poterit, ſi adjungatur ligno, utrumque ab aqua ſuſtentabitur, ut experientia conſtat. Ad utrumque igitur exemplum reſpondeo, concedendo quod ſi aër non poſſit aquam ſurſum extrudere, idem aër manens in eâdem diſpoſitione ad motum, non poſſit aggregatum illud ex aquâ, & igne ſurſum pellere, negando tamen eſſe eundem aërem, aut in eâdem diſpoſitione ad motum. Nam dum aſcendit aggregatum illud, deſcendit moles æqualis aëris, dum verò extrudenda erat ſola aquæ particula, deſcendebat pariter aër ipſi quoad molem æqualis. Supponitur autem moles aëris æqualis aquæ, minùs gravis, quam aqua, & moles aëris æqualis in magnitudine aggregato ex igne, & aqua illo gravior.

Sæpè ligna diu madefacta merguntur, licèt antea ſupernatarent, quia ſæpe fit ut præcisè materia ligni ſit gravitatis majoris quàm aqua; ob frequentiſſimos tamen poros, fit ampliot, immò includit multùm aëris. Quare aggregatum ex ligno, & aëre levius eſt aquâ, ejecto tamen aëre admiſsâque in locum eius aquâ, fit aggregatum gravius aquâ, quod ab eâ ſuſtentari non poteſt.

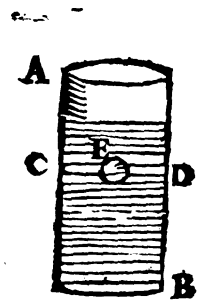
Glacies non eſt denſior aquâ, ſed ratior, unde ſupernatat aquæ. Immò immiſcetur multus aër, aut vapor intra aquam, ut fiat glacies, qui vapor vicem habet coaguli: internoſcimus autem hunc vaporem permiſceri, ex frequentibus bullis, quas in ea notare licet. Unde quoties franguntur vaſa, ex aquæ in glaciem concretione, non franguntur, quod eorum latera intus attrahantur ab aquâ, in minorem locum contracta, ſed verè dum prima aquæ ſuperficies eſt congelata, tanta vi admiſcentur vapores, ut aquam amplificent, unde perrumpuntur vaſa. Quod experientia ita notum eſt, ut nullus refragari poſſit.

PROPOSITIO XVII.

Problema.

Idem corpus, modò aquæ ſupernatat, modò mergitur.

Jucundum ſane ſpectaculum, iiſque qui rationem ignorant, prorſus mirabile, de quo jam diximus aliquid. Sit igitur major phiala AB, plena



aqua, immo illius collo annectatur veſica piſcis, quæ aut ſit plena aqua, aut aëre, intra phialam AB, ſint aliæ ampullæ minores apertæ ſemiplenæ aquâ, ore inverſo, quæ ferè ſint in æquilibrio cum aqua. Poterunt autem ita ad æqualitatem cum aquæ gravitate revocari, ut comprimendo tantiſper veſicam, deſcendant una poſt aliam, ceſſante autem tali compreſſione aſcendant, & ita quotieſcumque libuerit, eas coges ad aſcenſum. Quæritur autem ratio hujus experimenti.

Reſpondeo ampullulas intra majorem phialam contentas, ex ſuppoſitione eſſe ſemiplenas aqua, & ſemiplenas aëre, qui aër patiens eſt compreſſionis; antequam ergo comprimatur veſica, aggregatum ex ampullula & aëre contento, majorem locum occupat, quam aqua ipſi æquiponderans, quare ſupernatat ampullula. Dum autem comprimitur veſica, & conſequenter aqua, quæ cum ſit preſſionis impatiens, comprimit aërem in ampullulis contentum, eumque in locum anguſtiorem coarctat, ex quo fit ut aggregatum ex vitro & aëre incluſo minorem locum occupet, quàm aqua ipſi æquiponderans; quare (*per 6. huius*) mergi debet. Vel quod idem eſt major copia aquæ ſubit ampullulas eaſque graviores reddit.

Artificibus autem relinquo modum ita comprimendi veſicam, ut à ſpectatoribus hæc compreſſio non advertatur, veſica etenim compreſſa aquam in fialam refundet, dilatata reſorbebit. Debent autem ampullulæ eſſe diverſi coloris, & etiam paulò diverſæ gravitatis ſpecificæ.

PROPOSITIO XVIII.

Problema.

Naviculam conſtruere, quæ ad libitum aut magis, aut minus mergatur, immò nonnumquam tota ſub aquis lateat.

Exhibitum fuit à viginti circiter annis, Lugduni ſupra Ararim incundiſſimum ſpectaculum. Navicula fuit coriacea undique tecta, unius tantum hominis capax, medio corpore è navicula

Digitized by Google

extantis, & duobus diſcis, tanquam remis eam impellentis. Id autem quod mirum omnibus accidit, modò magis, modò minùs navicula mergebatur, ita ut nonnunquam tota ferè extaret, aliquando ferè tota intra aquas lateret. Quæritur autem modus.

Reſpondeo Potuiſſe id fieri, quod duo quaſi tabulata, vel pedibus vel quacumque alia ratione, ad invicem admoveri, atque adeo aër incluſus comprimi, & tunc totum aggregatum ex corio, homine, & aëre fiebat molis minoris, & conſequenter gravitatis ſpecie majoris; quare magis deprimi debuit, & mergi, dilatato autem aëre incluſo reddebatur major moles totius aggregati, atque adeò minùs proportionaliter mergi debuit. Vel potuerunt folles includi intra naviculam, quibus aut ejiceretur, aut intromitteretur aër.

PROPOSITIO XIX.

Problema.

Termometrum conſtruere.

Propoſitione 17. vidimus ampullulas, intra majorem phialam incluſas, modò deſcendere, modò emergere, prout in anguſtiorem locum, coarctatur aër in iis incluſus. Sint ergo quamplurimæ ampullulæ, quæ ferè cum aqua conſiſtant in æquilibrio, hoc eſt tantùm non mergantur, certum eſt quod ingruente frigore conſtringetur aër intra ampullulas contentus, in cujus locum aqua ſuccedet, atque adeò idem præſtabit frigus, quod facit compreſſio aquæ.

Quare ſi ſint plurimæ hujuſmodi ampullulæ non omnino æquales in gravitate ſed quaſi gradatim differentes, quæ erit majoris gravitatis primo frigore deſcendet, exinde ſequens, & ita deinceps; remittente autem frigore, aſcendent contrario ordine, unde ex numero ampullularum demerſarum, aut ſupra aquas extantium, vis frigoris nota fiet.

PROPOSITIO XX.

Theorema.

Quomodo intelligatur navium magnitudo quàm per dolia metimur.

Commune eſt apud nautas, ut dicatur navis centum, ducentorum, mille doliorum, quod communiter à nonnullis accipitur, quaſi navis moderatè onuſta, centum, ducenta, aut mille dolia vehere poſſit.

Licèt ille ſenſus non ſit abſonus, poſſunt tamen eædem voces pati ſenſum paulò doctiorem, nempe cum (*ex propoſitione ſexta huius*) omne corpus grave ita mergatur in aquam, donec in ea locum occupet aquæ ipſi æquiponderantis: illud navigium centum doliorum erit, quod mediocriter onuſtum, in aqua locum occupat illius aquæ, quæ ſufficeret ad implenda centum dolia. Unde concludimus totam navim ſimul cum impoſito onere æqualem eſſe in gravitate, centum doliis aquæ: eſt autem pondus ut volunt nonnulli bis mille librarum.

Unde qui unius dolij magnitudinem, & pondus tenuerit, facilè poterit ex immerſione navis, & ejus item magnitudine totum ejus pondus aſſignare. Non deerit tamen difficultas, eò quòd navium carinæ irregularem aliquam figuram habeant.

PROPOSITIO XXI.

Problema.

Cognito navis aut cuiuſcumque ſolidi pondere, determinare quantùm in aqua mergatur.

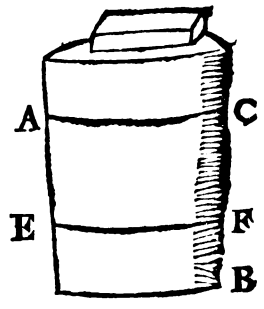
Hæc propoſitio eſt converſa ſuperioris. Supponatur enim pondus alicujus naviculæ cum ſuo onere eſſe mille librarum. Ponamus autem pedem cubicum aquæ eſſe duarum librarum, igitur navigium deſcendet in aqua, donec occupet in ea locum quingentorum pedum cubicorum. Quare in ipſo navigio aſſignandi ſunt quingenti pedes cubici, quod ex figura maximè pendet.

PROPOSITIO XXII.

Theorema.

Eadem virtus requiritur ad ſuſtentandam aquam in aëre, quæ neceſſaria eſt ad vas aliquod vacuum, einſdem aquæ capax in aquam immergendum.

Sit vas quodcumque quod primò vacuum in aëre ſuſtentur, impleatur aqua, major vis adhibenda erit, ut ſuſtineatur. Dico eam vim additam, æqualem eſſe, illi quæ neceſſaria eſt, ut vas plenum aëre in aquam tantum demergatur, quantùm plenum aqua mergeretur, modo plenum aqua ſupernatet.



Sit vas AB, quod plenum aqua demergatur uſque ad lineam AC, vacuum verò demergatur uſque ad lineam EF; dico dum vacuum erit, tantam virtutem requiri, ut protrudatur in aquam uſque ad lineam AC, quanta neceſſaria eſt, ut ſuſtentur tota aqua vaſis in aëre.

Demonſtratio. Virtus quæ requiritur ad ſuſtentandam aquam æqualis eſt ponderi illius aquæ, ponamus eſſe 100 libras: ſed pondus æquale 100 libris, tantumdem merget vas illud, ac centum libræ aquæ. Ponatur enim vas pendere 10 libras, dum vas plenum aqua demerſum erit uſque ad lineam AC, ſequitur vas illud tunc

Digitized by Google

tunc occupare locum aquæ pendentis centum, & decem libras ; ſed ſubſtituto pro aqua, pondere quocumque 100 librarum, aut virtute illi æquivalente, idem vas occupare debet locum centum, & decem librarum aquæ. Ergo eadem virtus requiritur ad demergendum uſque ad lineam AC, quæ neceſſaria erat ad eamdem aquam in aëre ſuſtentandam. Quod demonſtrandum erat.

PROPOSITIO XXIII.

Problema.

Demerſas naves extrahere.

Hunc modum demerſas naves è fundo attollendi affert in medium Cardanus. Sit igitur demerſa navis, cui annectatur multiplex funis. Hi funes annectantur duobus aliis navigiis ſi poſſit fieri æqualibus demerſo, aut pluribus minoribus, oneretur unum navigium, ejuſque funis ergatis aliiſque machinis quantum fieri poteſt adducatur, & tendatur ; tum exoneretur. Dico navim exoneratam, elevaturam aliquantiſper navim demerſam : licet enim navis demerſa ſeorſim ſumpta gravior ſit in ſpecie, quàm aqua, aggregatum tamen ex navigio vacuo, & ex navigio demerſo erit levius aqua. Quia autem alia navis, utpote onuſta magis mergitur, quàm antea, laxus erit funis, quare adduci debet quantum fieri poteſt, & exonerari, & hoc alternatim fiat ; ſic tandem attolletur navigium uſque ad ſuperficiem aquæ.

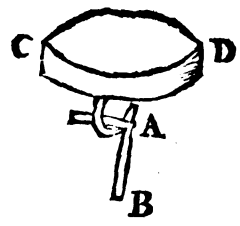
PROPOSITIO XXIV.

Problema.

Cur aquæ profundiores bolide explorari non poſſint.

Mirantur nonnulli in certis Oceani partibus, tantam ut arbitrantur eſſe profunditatem, ut demiſſis quibuſlibet funibus omnino explorari non poſſit. Dico ergo ſæpè non eſſe tantam profunditatem quantam exiſtimant. Nam ſi funis eſt in ſpecie levior aquâ, tamdiu deſcendet bolis, quamdiu aggregatum ex fune, & bolide erit in ſpecie gravius aqua. Ubi verò aggregatum illud propter adjectum longiorem funem, fuerit in ſpecie levius aqua, tunc ſuſtentabitur bolis, & funis aut ſupernatabit, aut non rectà deſcendet, & hæc ratio optima eſt, poſito quod funes nautici ſint in ſpecie leviores aquâ. Si verò ut nonnulli exiſtimant funes nautici ſint in ſpecie graviores aquâ, ad aliam rationem recurrendum eſt. Certum igitur funes nauticos licet graviores aquâ non multùm tamen illa graviores eſſe ; quandiu autem bolis ad gravitatem funis habet certam proportionem, aggregati gravitas ſpecifica longo ſuperat intervallo gravitatem aquæ, quando verò tantus funis demiſſus eſt, ut bolis ad illum notabilem proportionem non habet, tunc aggregati ſpecifica gravitas non multùm ſuperat gravitatem aquæ, atque adeò bolis non trahit funem directè ; ſed obliquè in vortices abire permittit, immò ſæpe ab aquæ vorticibus abripi. Ex quo oritur hallucinatio non modica, cujus ratio eſt hæc, quam dixi, nempe quod non ſatis vehementer trahatur funis, ob immodicam bolidem reſpectu funis demiſſi, ex quo fit ut licèt bolis fundo innitatur, vix advertatur, ceſſare bolidis tractio.

Quærunt nonnulli methodum facillimam aquarum profunditatem ſine funibus explorandi, & ad hunc finem duo corpora ſimul jungunt ; nempe plumbum adjungunt ſuberi, ita tamen ut ipſo fundi contactu ſeparentur, ut figura ſatis exprimit, in qua AB eſt plumbum ad modum Gnomonis in ſuperiori parte efformatum adhærens unco, ſuber autem eſt CD. Quod ubi à plombo ſeparatum fuerit enatat, & ad aquæ ſuperficiem evolat, ex tempore autem quod inſumitur, tàm in deſcenſu aggregati ex ſubere & plumbo, quàm in aſcenſu ſuberis poteſt judicium ferri de aquarum profunditate. Sed ad hoc perficiendum multa ſunt obſervanda.

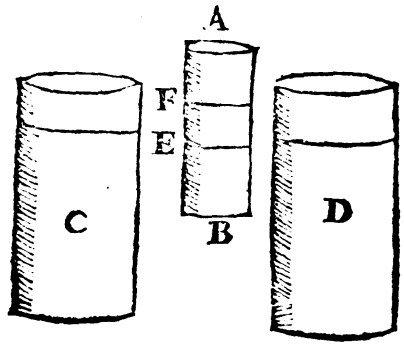


Et primò quidem obſervandum eſſet tempus quod inſumit plumbum in deſcenſu, immò quam proportionem obſervet, an acceleretur ejus motus, an ſecundum ſeriem numerorum imparium, an ad æquabilitatem aliquando perveniat. Pariter conſiderandus eſſet aſcenſus ſuberis, an pariter acceleretur, & ita tot ſunt circumſtantiæ, ut niſi multæ præceſſerint experientiæ nihil in hac materia certi, conſtitui poſſe exiſtimem : major enim diverſitas in deſcenſu diverſorum gravium, in aqua quàm in aëre animadvertitur, nam globulus argillaceus ſiccus, tres tantum pedes quinque ſecundis minutis perficit, globus plumbeus 10 ſpatio unius minuti abſolvit.

PROPOSITIO XXV.

Theorema.

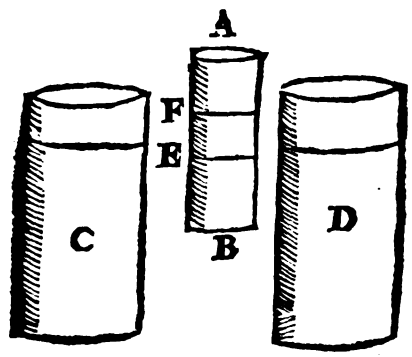
In humidis diverſis, partes eiuſdem corporis ſolidi levioris demerſæ, ſe habent reciprocè ut gravitates ſpecificæ humidorum.



Sit corpus ſolidum AB, quod in humido C, demergatur uſque ad lineam E, in humido

Digitized by Google

autem D, deſcendat uſque ad lineam F, dico ita eſſe gravitatem ſpecificam humidi C ad gravitatem ſpecificam humidi D, ut pars BF, ad partem BE.



Demonſtratio. Gravitas ſpecifica humidorum, poſito eodem pondere ſe habet reciprocè ut extenſio, ſeu moles & magnitudo: ſed pars humidi C, æquiponderans ſolido AB, æqualis eſt parti EB, (*per 6. hujus*) & pars humidi D, æquiponderans eidem ſolido AB, æqualis eſt in mole parti FB: ergo gravitas ſpecifica humidi C ad gravitatem ſpecificam humidi D, ſe habet ut pars FB, ad partem EB. Poſui autem reciprocè, quia pars demerſa FB, pertinet ad humidum D, & pars demerſa EB ad humidum C.

PROPOSITIO XXVI.

Problema.

Explorare an aqua una, aliâ ſit levior, & magis aut minùs ſaturata ſale.

Sit quodcumque corpus aquâ levius, quod in utramque aquam demittatur, ea in qua magis demergetur levior erit.

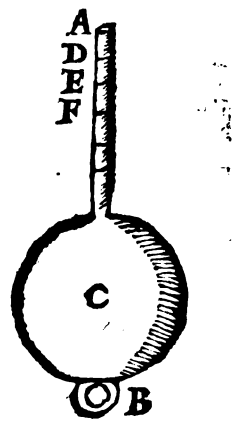
Hoc artificio utuntur, qui in Germania ſal efficiunt, ſunt enim nonnullæ fodinæ, ex ſale. Duobus autem modis, debet ſal ſuis purgari fæcibus, vel enim lapis, & terra mixta ſale in aquam injicitur, tunc fæces fundum petunt, & aqua ſale ſaturatur, vel in iis fodinis excavantur foſſæ, quæ aqua implentur, aqua autem undique ſal à rupibus attrahit; & debet eo ſale ſaturari, uſque ad certum terminum & gradum, ſive inutile ſit ulteriùs ſal adhiberi, cum illud ulteriùs non admittat. Explorant autem illum gradum ope cylindri cujuſcumque, aut lignei, aut metallici intus tamen cavi, ut ſupernaret, qui ſi ſemel immittatur in aquam, quam conſtet eſſe ſaturatam ſale quantùm ſat eſt, noteturque quantum ſupernatet, & emineat, ea aqua non ſatis erit ſaturata ſale in qua magis mergetur; ea verò plus ſalis continebit, quàm par ſit, in qua minùs mergetur. Quare affundendo aquam dulcem, donec aqua ad notam in cylindro factam perveniat; habebitur juſta menſura, & gradus quo ſale ſaturari debet aqua, ut facillimè & cum lucro poſſit excoqui.

PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

Quantùm ſalis contineat qualibet aqua, inveſtigare.

Primò paretur inſtrumentum, ad modum phialæ oblongo collo; poterit eſſe metallicum, ex bracteola ſatis tenui, ut totum in aqua pura non mergatur. Hoc inſtrumentum pones in æquilibrio cum aqua pura, in qua certum ſit nihil ſalis contineri, quod ita præſtabis. Annulo B, pon-



dus appendes, vel injicies tot pondera in ampullam C, ut ſola inſtrumenti extremitas AD emineat. Tunc erit in æquilibrio cum aqua pura, quantùm ſat eſt. Tum in vaſe ſeorſum aquam puram affundes quantum volueris, inſtrumentumque impones, quod ut diximus mergetur uſque ad lineam D. Totius aquæ pondus diligenter expende. Sit verbi gratiâ 4 librarum, ſeu unciarum 64, divide ulterius uncias in drachmas & ſcrupulos. Sint igitur ſcrupuli 1200. divide hunc numerum primo per 99. quotiens erit $12\frac{2}{9}$. Sume ſalis puriſſimi benè exſiccati & benè contuſi ſcrupulos $12\frac{2}{9}$, & injice in aquam, & permitte ut diſſolvatur, aqua erit denſior, atque adeo inſtrumentum emerget: ponamus emergere uſque ad E, notetur citculus E. Dico in omni aqua, quæ in centum libris aquæ unam ſalis continebit, inſtrumentum immergendum uſque ad punctum E. Quia in hac aqua, quæ continet partes nonaginta novem aquæ, & unam ſalis, ad hanc tantum notam demergitur: ergo & in omni aquâ, ſimili modo ſale ſaturatâ idem eveniet. Secundò idem numerus ſcrupulorum 1200 dividatur in partes 98, quotiens erit $12\frac{24}{98}$. Duplica hunc numerum, quia ex 98, ut perficias centum, debent eſſe duæ partes nongeſimæ octavæ: fientque $24\frac{48}{98}$ ex quibus ſi auferas $12\frac{2}{9}$, pondus ſalis quod jam in aquam diſſolviſti erunt ſcrupuli $12\frac{2}{9}$, ferè, addendi; quibus in aquam injectis, & diſſolutis, aſcendet inſtrumentum uſque ad F; hæc erit nota ad quam demergetur inſtrumentum, in aqua continente duas libras ſalis in centum aquæ. Et ita divides eundem numerum, pondus aquæ exhibeniem per 97. 96. 90. 80. &c. adjectis ex ſale partibus reliquis ad 100; ut in diviſione per 97, triplicetur quotiens, ut ſciatur quantum ſalis immiſcendum ſit, & ita deinceps.

Uſus autem facilis erit, ſi notæ in collo exaratæ ſuis cyphris inſtruantur, cum enim aqua ſalſa offeretur,

Digitized by Google

offeretur, injecto in eam inſtrumento, nota ad quam demergetur, indicabit quot in ea ſint libræ ſalis in ſingulis centenis libris.

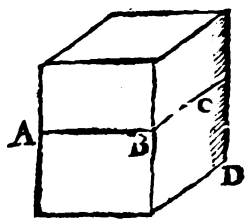
Si verò accidat ut omnes notæ in collo exiſtere non poſſint, aut inſtrumentum ita emergat, ut perpendiculariter ſtare non poſſit, tunc auferenda aliqua pondera, & fiat alia ſeries notarum, & cyphrarum, ita ut verbi gratiâ decem primæ intelligantur adjectis ponderibus eſſe utiles; aliæ verò decem ſine ponderibus aſſumendæ ſint. Hoc inſtrumentum utiliſſimum eſſe poteſt.

PROPOSITIO XXVIII.

Problema.

Invenire gravitatem aquæ.

Sit propoſita aqua, quæritur autem pondus pedis cubici illius aquæ. Sit corpus quodcumque parallelepipedum, cujus exactè ſciatur pondus in aëre; ſit verbi gratiâ duarum librarum, immergatur aquæ, noteturque quantùm demergatur, verbi gratia uſque ad notam ABC; igitur



aqua in mole æqualis parti AD, æquiponderat duabus libris. Quare partis AD magnitudo exquiratur, multiplicando AB per BC, & productum iterum multiplicando per CD, ut diximus in Geometriâ practica. Ut ſi AB ſit duorum digitorum, BC trium, & CD quatuor, pars AD erit 24 digitorum cubicorum: in pede autem cubico ſunt digiti cubici 1728. Quare dices ſi 24 digiti cubici dant uncias duas, quot dabunt digiti 1728, & invenio uncias 144, ſeu libras 9.

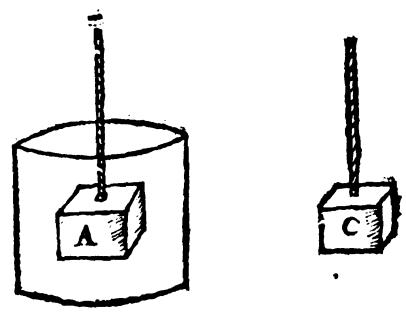
Demonſtratio. Clara eſt (*per 6. huius*) in qua oſtendi corpus in humido occupare locum humidi, ſibi æquiponderantis.

PROPOSITIO XXIX.

Theorema.

Corpus in aqua levius eſt quàm in aëre, pondere aquæ, ſibi in mole æqualis.

Sit corpus A, pendens in aëre 4 libras, ſitque idem corpus quoad molem æquale uni libræ aquæ. Dico corpus A amittere unam libram de ſuo pondere. Hoc eſt, ſi examinetur ejus pondus ſtatera brachiorum æqualium, & in altero brachio in aëre exiſtente appendatur corpus trium tantùm librarum; aſſero inquam corpus A, in aquam demerſum, licet, ſit 4 librarum in ſe, fore in æquilibrio cum corpore C, trium librarum exiſtente in aëre. Seu quod idem eſt, in ſuſtentando corpore A, aut extrahendo uſque ad ſuperficiem aquæ, non requiritur tanta virtus, quanta neceſſaria eſt, ad illud in aere ſuſtinendum. Ratio eſt quia adjuvat aqua, & illud ex parte ſuſtinet.



Demonſtratio. Si loco corporis A ſubſtitueretur aqua, ex ſuppoſitione eſſet una libra aquæ; hæc ſuſtentaretur à reliqua aqua; ergo reliqua aqua habet vim ſuſtentandi unam libram ſub mole A exiſtentem. Sed virtuti aquæ additur corpus C, quod potens eſt ſuſtentare tres libras; ergo ex aqua, & corpore C, fit unum totale agens, potens ſuſtentare corpus A. Ergo corpus A, quatuor librarum, ſuſtentabitur in aqua à corpore C, trium librarum, & hoc vocamus amittere in aqua unam libram de ſuo pondere. Ergo corpus in aquâ, levius eſt, quàm in aëre, pondere aquæ ſibi in mole æquiponderantis.

COROLLARIUM I.

Corpus quod in ſpecie æquè grave eſt, ac aqua, totum ſuum pondus amittit in aqua, in eo ſemper ſenſu in quo diximus, nempe ita ab aqua ſuſtinetur, ut non ſit opus alio ſuſtentante. Nam verè eſt in æquilibrio cum aqua; ergo non eſt opus alio ſuſtentante.

COROLLARIUM II.

Corpus levius aquâ ſi mergatur donec occupet locum aquæ ſibi æquiponderantis, totum amittit ſuum pondus; ſi verò totum mergatur non tantum amittit totam ſuam gravitatem; ſed etiam levitatem acquirit, hoc eſt expellitur ſurſum, ita ut indigeat aliquo deorſum impellente, ut inhibeatur ejus aſcenſus.

COROLLARIUM III.

Hæ omnes propoſitiones non ſunt intelligendæ quaſi re vera pondera aliquid de ſua gravitate deperderent; ſed tantùm in ſenſu explicato; iſtæ enim propoſitiones occaſionem dederunt Philoſophis aſſerendi aquam in aquam non gravitare, neque corpora minùs gravia in graviora. Licèt ex his principiis id magis evinci non poſſit, quam duo pondera in duabus ſtateræ lancibus poſita in ſe invicem non gravitare. Cum ergo aſſerimus corpus amittere aliquid de ſuo pondere, dum in aquam demergitur, idem eſt ac ſi dicerem corpus uni ſtateræ lanci impoſitum, tantùm amittere de ſuo pondere, quantum eſt pondus quod in oppoſitâ lance ponitur, reſpectu noſtri.

PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO XXX.

Theorema.

Propoſito corpore, quod ſit gravius aquâ; aſſignare pondus aquæ ipſi æqualis in mole.

Corporis propoſiti pondus primò explora ſtaterâ communi in aëre, tum filo in aquam demittatur, exploreturque eius pondus in aqua: debet autem lanx oppoſita eſſe in aëre. Dico differentiam inter pondus illius in aëre exiſtentis,& pondus ejuſdem in aquam demerſi,eſſe æqualem aquæ ipſi in mole æqualis.

Demonſtratio. (*Per præcedentem*) omne corpus aquâ gravius, tantum amittit de ſuo pondere, quantum eſt pondus aquæ ſibi æquiponderantis.

COROLLARIUM I.

Hoc modo facilè cognoſces pondus digiti cubici cujuſcumque liquoris. Si enim habeas digitum cubicum ex metallo quocumque, cujus pondus in aëre diligenter explores,tum ejuſdem pondus in diverſis liquoribus expendas, differentiæ in ſingulis liquoribus, exhibebunt pondus digitorum cubicorum.

COROLLARIUM II.

Hâc pariter praxi habebis omnium liquorum gravitatem ſpecificam. Nam poſitâ eâdem magnitudine, nempe digiti cubici, gravitates ſpecificæ ſe habent, ut pondera.

COROLLARIUM III.

Ex eo conficere poteris tabulas gravitatum omnium liquorum, ut eas compoſuit Ghetaldus.

PROPOSITIO XXXI.

Theorema.

Ut pondus corporis ſolidi in aëre exiſtentis ad id quod amittit in humido, ita gravitas ſpecifica ejuſdem ad gravitatem ſpecificam liquidi.

Sit in præcedenti figura corpus A, quatuor librarum, quod in aqua deperdat de ſuo pondere unam libram; dico gravitatem ſpecificam corporis A, ad gravitatem ſpecificam aquæ; ſe habere ut 4 ad 1, ſeu eſſe quadruplam gravitatis ſpecificæ aquæ.

Demonſtratio. Poſitâ eâdem extenſione, ſeu magnitudine, gravitates ſpecificæ ſe habent, ut pondera, ſed pondus corporis A eſt quatuor, pondus aquæ cujus locum occupat, & conſequenter quæ ipſi æqualis eſt in mole (*per 29.hujus*) eſt æqualis ponderis, cum illo quod deperditur, dum aquæ immergitur; igitur ut ſe habet pondus corporis A in aëre, ad id quod in aqua deperditur, ita ſe habet gravitas ſpecifica corporis A ad gravitatem ſpecificam aquæ. Quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM.

Ex hac propoſitione primò habere poteris gravitatem ſpecificam omnium liquidorum. Si nempe verbi gratiâ corporis aurei explores gravitatem in aëre, tum in pluribus liquidis, diminutio erit gravitas ſpecifica auri reſpectu liquidorum, atque adeò notæ fient gravitates ſpecificæ liquidorum inter ſe comparatæ. Pariter ſi in eodem liquido plurima corpora ſpecie diverſa examines, cognoſcetur ratio gravitatum illorum corporum, cum gravitate ſpecifica illius humidi, & conſequenter quam inter ſe rationem habeant.

Metalla & corpora mole æqualia ſequentem obſervant inter ſe proportionem, nempe ſumamus molem centum librarum auri pro prima menſura.

Auri libræ	100
Sub eâdem mole.	
Mercurij libræ	71 1/2
Plumbi	60 1/2
Argenti	54 1/2
Æris *Cuivre*	47 1/2
Æris Cyprii *Leton*	45
Ferri	42
Stanni communis	39
Stanni puri	38 1/4
Magnetis	26
Marmoris	21
Lapidis	14
Chriſtalli	12 1/2
Aquæ	5 1/2
Vini	5 1/4
Ceræ	5
Olei	4 3/4

PROPOSITIO XXXII.

Problema.

Aliter inveſtigare, quantùm aqua ſalis contineat.

Primò cognoſcenda eſt ratio quam habeat gravitas ſpecifica aquæ puræ, ad ſal; hanc autem pluribus modis inveſtigare poteris. Primò ſi Staterâ vaſis aquâ pleni gravitatem examines, tum ejuſdem vaſis pleni ſale bene contuſo pondus expendas, detracto pondere vaſis ſcies utriuſque gravitatem ſpecificam.

Secundus modus erit ſi granum ſalis ſatis magnum habeas, cujus pondus in aëre explorabis,ſuſpenſique & in aquam demerſi pariter gravitatem expendes, in quo feſtinandum erit, ne detur diſſolutioni tempus ſufficiens, id quod amittet de ſuo pondere, erit æquale ponderi aquæ ipſi æquiponderantis. Ponamus gravitates ſpecificas aquæ, & ſalis eſſe ut 20 ad 19.

Aquam ſalſam cujus ſalſedo in quæſtionem venit, ita comparabis cum aqua pura, ut pariter ſcias quam rationem habeant gravitates ſpecificæ. Vel enim inſtrumento ſupra deſcripto ita operaberis; inſtrumenti totam gravitatem bilancibus in aëre explora, tum illud in aquam puram immerge, ita tamen ut aliqua ſui parte emineat, illud in aqua ſalſa conſtitue, eique adde pondus donec tantundem præcisè mergatur, & rurſus totius inſtrumenti, & ſimul corporis adjecti pondus explora; ut ſe habent hujuſmodi pondera ita ſe habent gravitates ſpecificæ. Suppono autem inſtrumentum vacuum eſſe, ut adjectum pondus injici poſſit nec majorem molem faciat.

Demonſtratio clara eſt, nam in utroque caſu

in

Digitized by Google

inſtrumentum occupat locum aquæ ſibi æquiponderantis (*per 6. hujus*) cum autem ſit eadem moles inſtrumenti, erit etiam eadem moles aquæ utriuſque, quare aquarum gravitates ſpecificæ ſe habent, ut pondera earum, & conſequenter ut pondera inſtrumenti.

Alius modus erit ſi cujuſcumque corporis aquâ gravioris pondus in aëre expendas, tum in utraque aqua; nam id quod deperdetur de pondere, æquale erit ponderi aquæ. Cognoſcitur igitur habitudo gravitatis ſpecificæ utriuſque aquæ, nempe aquæ puræ, & aquæ ſalſæ exploranda.

Ponantur ergo ſe habere gravitates ſpecificæ aquarum ut 30 ad 29, ſe habebant autem gravitates ſpecificæ aquæ puræ, & ſalis ut 19 ad 20, ut autem ad ſimiles numeros revocentur, fiat ut 19 ad 20, ita 19 ad aliud eritque $30\frac{1}{2}$, ut vitentur fractiones iſti numeri 29, 30, $30\frac{1}{2}$, revocentur ad majores, nempe duplicentur, eruntque 58, 60, 61. Nempe ſub eadem mole; aqua pura habet pondus librarum 58, aqua ſalſa propoſita habet 60, & ſal purum 61; quæritur quantum ſalis aquæ puræ admiſcendum ſit, ut fiat temperatura, illa media, ut ſub eâdem mole fiat pondus librarum ſexaginta, in quo vides eſſe regulam alligationis. Si nempe pretium rei in pondus mutetur, eritque quaſi pretium medium numerus 60, quem excedit unitate numerus 61, & ab eo deficit binario numerus 68. Sunt igitur differentiæ, unitas differentia ſalis, & 2 differentia aquæ, ponantur alternatim duæ libræ ſalis, & una aquæ, ut jubet regula alligationis. Dico factum eſſe quod deſideratur, hoc eſt in ea aqua ſalſa eſſe duas tertias partes ſalis.

Demonſtratio. Optima erit mixtio ſi ſub eâdem mole ſub qua eſſent tres libræ mediæ illius aquæ, ponerentur tres libræ materiæ mixtæ. Sed id accidit, nam poſito eodem pondere, gravitates ſpecificæ reciprocè ſe habent, ut extenſiones. Ponamus ergo unam libram aquæ puræ extenſam eſſe digitis cubicis 61, libra ſalis extenſa erit digitis cubicis 58, & libra aquæ ſalſæ 59, quare tres libræ aquæ ſalſæ efficiunt 177 digitos cubicos, duæ libræ ſalis 116, una libra aquæ 61, 61 autem & 116 pariter efficiunt 177. Quare per admixtionem ſalis priùs deſcriptam, cum aqua dulci, facta eſſet aqua ſalſa ejuſdem gravitatis, cum aqua ſalſa propoſita, ergo utraque tantundem ſalis continet. Quod erat demonſtrandum.

Ulterior & exactior demonſtratio hujus propoſitionis pendet ex demonſtratione regulæ alligationis.

PROPOSITIO XXXIII.

Problema.

De corona Archimedis, ſeu examinare aurum Hydroſtaticè.

Propoſitum olim fuit Archimedi problema ſolvendum, nempe examinandi an corona aurea prorſus eſſet, an verò aliquid argenti admixtum haberet. Accidit autem dum modum ſolvendi problematis mente volveret, ut balneum lavandi causâ ingrederetur, & aquam ejiceret, & ex aquæ ejectione modum ſolvendi problematis inveniret. Quo inopinato caſu ita exhilaratus eſt, ut nudus per urbem diſcurriſſe & celebre illud εὕρηκα inclamaſſe dicatur.

Certum eſt igitur gravitatem ſpecificam auri majorem eſſe gravitate ſpecifica argenti, atque adeò ſub eodem pondere, minorem eſſe auri quàm argenti molem. Inquirenda primùm fuit quænam gravitatum ſpecificarum eſſet ratio. Quare aſſumptam maſſam auream æqualis cum corona ponderis, in vas aquâ pleniſſimum immerſit; & libram unam aquæ ejicere deprehendit. Tum coronam eius loco in idem vas demiſit, invenitque præter libram aquæ jam ejectam, ejici præterea libræ quadrantem. Ex quo jam licuit concludere fraudem ineſſe aliquam, ſeu coronam non eſſe ejuſdem gravitatis ſpecificæ cum auro. Quare poſito eodem pondere, gravitates ſunt ut moles reciproce: moles autem ſunt ut 4, 5, 6. Unde per regulam trium, ſi moles media fiat, pretium medium nempe, cum differentiæ ſint æquales, tantum in pondere ex auro, quantum ex argento ſumendum erit. Ponantur ergo 9 libræ argenti, quæ dimidiam libram aquæ ejicient, & 9 argenti quæ tres quadrantes, ejicienturque quinque quadrantes aquæ, ut erat propoſitum.

Vel per ſimplicem regulam trium idem habebis. Octodecim libræ argenti ſupra libram aquæ ab auro ejectam, ejiciunt præterea dimidiam libram, quare quadrans libræ aquæ ejicietur à 9 libris argenti.

Alio modo idem exequi poteris, ſi nempe habeas duas maſſas, unam argenteam, aliam auream, æquales quoad molem ipſi coronæ quod ope aquæ habere poteris: nam ſi primò coronam immergas vaſi aquâ pleno, extractâque corona, tot nummos aureos injicias, donec aqua ad eandem altitudinem elevetur, habebis molem auream æqualem argento, idem præſtabis circa nummos argenteos. Expende pondus maſſæ aureæ, & argenteæ; ſi corona ſit ex auro puro, pondus eius æquale erit ponderi nummorum aureorum. Ponamus pondus eius eſſe minus, atque adeò pondus nummorum aureorum eſſe viginti librarum, coronæ octodecim, & nummorum argenteorum 14, per regulam alligationis, differentia aureorum nummorum à pondere medio, nempe librarum octodecim, erit duarum librarum, & nummorum aureorum 4. Reciprocè, ponantur 4 libræ auri, & 2 argenti, hoc eſt 12 auri, & 6 argenti, ſi enim viginti libræ auri æquales ſunt in mole octodecim libris coronæ, 12 ejuſdem auri æquales erunt libris $10\frac{1}{2}$, pariter ſi 14 libræ argenti æquales ſunt in mole octodecim libris coronæ, 6 libræ argenti æquales 7 libris cum $\frac{5}{7}$. Eſt tamen differentia aliqua, fit enim ex eâ mixtione paulò major moles quam debuerat, eò quòd hæc proportio nempe 4 partes auri, & duæ argenti debuerant eſſe in mole non in pondere.

Vel alio modo ex eâdem hypotheſi ſi corona tota aurea fuiſſet, eius pondus ſuperaret pondus argenti æqualis in mole 6 libris, ſed ſuperat tantùm quatuor. Unde dices ſi 6 libræ exceſsûs, dant 20 libras, 4 dabunt tantum $13\frac{1}{3}$ atque adeò reliquæ libræ $4\frac{2}{3}$ erunt argenteæ. Expendamus an calculus bene proceſſerit. Si 20 libræ auri æquales ſunt in mole octodecim libris coronæ; 13 libræ cum triente, æquales erunt libris 12 cum triente proximè. Pariter ſi 14 libræ argenti æquales ſunt octodecim coronæ, 4 cum $\frac{2}{3}$ æquales erunt 6, videtur abundare triens.

Tertius modus erit ſi coronam in aëre, & in

Digitized by Google

aqua examinemus, habebitur pondus aquæ ipſi in mole æqualis, ex quo facilè per primam methodum ſolves hoc problema.

Quotieſcumque tria metalla ſimul miſcentur, licèt habeatur gravitas ſpecifica eorum, item gravitas ſpecifica maſſæ ex iis compoſitæ, nihil tamen ex iis confici poteſt. Ratio eſt quia fieri poteſt ut diverſimodè miſceantur; eadem tamen exurgat maſſa, hoc eſt eandem molem & idem pondus habeat.

PROPOSITIO XXXIV.

Problema.

Adulteratam monetam, item auri qualitatem hydroſtaticè cognoſcere.

Prima hujus propoſitionis pars, ſine ullo calculo facillimè ſolvitur; ſunt qui ut adulteratam monetam cognoſcant, lydium adhibent lapidem. Puto tamen hyſtroſtaticè id nullo negotio peragi poſſe.

Si enim nummus verbi gratia aureus de cujus bonitate conſtat, primò examinetur in aëre, tum tenui filo ſuſpendatur in aqua, ejuſque pondus rurſus examinetur; ſcietur quanta ponderis pars deperdatur. Quod ſi in pluribus ejuſdem ſpeciei nummis peragatur, habebitur ſatis certò, proportio ponderis in aëre, ad pondus reliquum in aqua.

Quare quotieſcumque nummus aliquis de cujus bonitate dubium erit, offeretur; ſi ponderis imminutio in aquâ, eadem proportionaliter fuerit, ejuſdem bonitatis erit, ſi fuerit majus ponderis decrementum; erit minoris bonitatis. Quod quidem in auro veriſſimum erit, in argenteis verò nummis non item. Cum enim plumbum ſit gravius argento, nempe ut 60 ad 54, & æs ſit minus grave nempe ut 47; item ſtannum ut 39, poterunt duo ex his metallis miſceri cum argento, ita tamen, ut eadem maneat ſpecifica gravitas.

Secunda ejuſdem propoſitionis pars facilè etiam ſolvetur; quia certa regula in miſcendis cum auro metallis obſervatur, nempe ut media pars argenti, media æris miſceatur; aurum autem purum dicitur 24 partium ſeu 24 *carat.* Dicitur item aurum 20 partium, quod ex 24 partibus habet viginti aureas, & 4, mixtas ex ære & argento. Quando autem dico æquales eſſe partes intelligo in pondere, eſt autem argentum $54\frac{1}{2}$ & æs $47\frac{1}{2}$ quare ſi miſceantur, fit ex iis duobus metallis, aliquid tertium cujus ſpecifica gravitas erit inter $54\frac{1}{2}$ & $47\frac{1}{2}$, nempe 51.

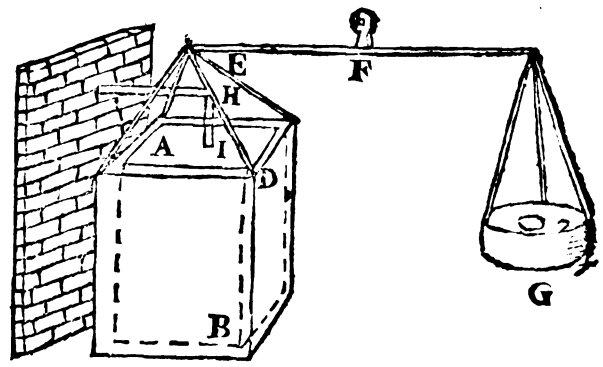
Cum igitur aurum ut vidimus ſit 100, & aqua pura $5\frac{1}{4}$ ex 100 partibus ponderis in aëre, aurum amittet $5\frac{1}{4}$, reſtabuntque $94\frac{1}{4}$, aut potiùs ex novemdecim partibus unam. Maſſa autem ex argento, & ære, ex quinquaginta partibus quinque amittet, hoc eſt ex decem partibus unam. Quibus ſuppoſitis ſi offeratur aurum quod ex pondere, quod habet in aëre amittat 16 partem; quæritur quot partium ſit illud aurum. Solutio eadem eſt quæ in Archimedis corona, ideoque ulterius explicanda non eſt. Scitur enim pondus aquæ æqualis in mole auro, eſſe decimam nonam partem ponderis ipſius auri, & pondus aquæ æqualis in mole, metallo mixto ex argento, & ære, eſſe decimam ejus partem ex quibus facilè cætera elicies.

PROPOSITIO XXXV.

Problema.

Stateram brachiorum æqualium ita componere, ut una libra aquæ, centum libras attollat.

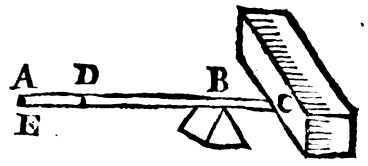
Affigatur parieti corpus æquale centum libris aquæ, ita tamen ut facilè aliquo vaſe ambiri poſſit. Vas autem illud ita ambiat, ut relinquatur locus unius libræ aquæ inter latera vaſis ambientis & corpus illud. Appendatur vas uni brachio ſtateræ, alterius verò brachij lanci, tot imponantur pondera ut ſint in æquilibrio cum vaſe. Addantur inſuper nonaginta novem libræ, elevabitur vas, adhærebitque corpori incluſo, dico ſi infundatur una libra aquæ, deſcendet vas, ſeparabiturque à corpore, & elevabit lancem oppoſitam G ſimul cum libris centum additis. Tale ſit corpus AB, vas ambiens CD, ſtatera EF, lanx oppoſita G.



Demonſtratio. Aqua infuſa eſt in tanto motu, ut in tali diſpoſitione poſſit ſuſtinere 100 libras; nam ſi loco corporis ſolidi AB, ſubſtitueretur aqua, hæc ex ſuppoſitione 100 libras penderet, ſed (*per 5. hujus*) hæc eſſet in æquilibrio cum aqua infuſa: ergo aqua infuſa circa corpus AB, poteſt ſuſtinere 100 libras aquæ: ergo poterit elevare nonaginta novem libras, etiam in ſtatera brachiorum æqualium.

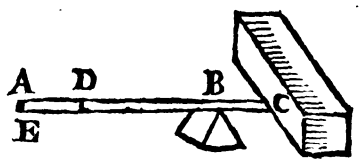
Alio modo idem demonſtrari poteſt corpus AB, quantumcumque grave, ſuſpenſum ex HI, in aqua immerſum amittit de ſuo pondere quantum eſt pondus aquæ ipſi in mole æqualis (*per 28. hujus*) ſed ex ſuppoſitione æquale eſt 100 libris aquæ: ergo amittit de ſuo pondere 100 libras. Hoc eſt, ut 100 libræ ſuſtentantur ab aqua, neque enim aliter deperdere poteſt de ſuo pondere, niſi quod non ſuſtentetur amplius à virga HI, ſed ab aqua. Sed, quotieſcumque aqua ſuſtinet aliquod pondus; & vas ſuſtinet aquam, vas etiam ſuſtinet illud pondus; ergo vas CD premitur à pondere AB, preſſione æquivalente 100 libris.

Alio item modo id explicari poteſt, nempe per



vectem. Sit enim pondus A quod elevetur à pondere C, ſitque hypomoclion B; certum eſt hypomoclion

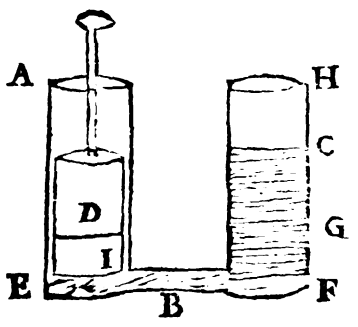
moclion B premi preſſione duplici, nempe æquivalente ponderibus A, & C. Sed corpus AB ſupe-



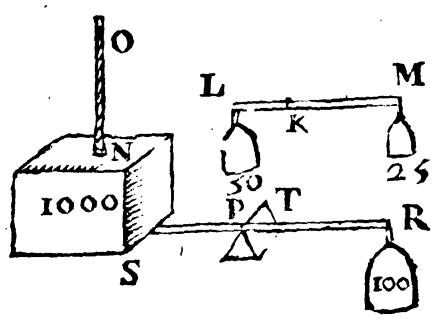
rioris figuræ elevat aquam, eamque ſuſtinet, & vas habet rationem hypomoclii: igitur vas utriuſque impreſſionem patietur. Corpus autem A B aquam circumfuſam elevat, eo modo quo elevaretur, aut ſuſtineretur eadem aqua à 100 libris aquæ: igitur vas CD eodem modo premitur, ac à 100 libris aquæ.

Dices præcipuè contra ſecundum modum explicandi, in quo diximus corpus AB amittere de ſuo pondere 100 libras. Si corpus AB ligneum eſſet, atque adeò non penderet quantum 100 libræ aquæ, falſum eſt quod amitteret 100 libras cum eas non habeat. Reſpondeo in tali caſu, eodem modo ſuſtentari ab aqua circumfusâ, ac ſi æquiponderans eſſet cum 100. libris, ita ut niſi obſtaret virga ferrea HI, de facto attolleretur; quare virga rigida HI ſupplet defectum illius ponderis, & ſi flexibilis eſſet flecteretur.

Quia hoc Theorema eſt magni momenti, videtur ulteriùs explicandum. Sint duo vaſa communicantia AB, BC in quo ſint 100 libræ aquæ, & in eorum alterum inſeratur embolus D, qui ex vaſe AB expellat totam aquam, eamque in alio vaſe BC ſuſtentet. Ita ut aqua BC, ſit 100 librarum; dico in tali diſpoſitione in fundum EF fieri impreſſionem æquivalentem centum libris. Nam



primò aqua BC verè eſt 100 librarum, & gravitat in fundum BF, per modum 100 librarum; embolus item D facit impreſſionem æqualem gravitationi 100 librarum, utpote quæ ſufficiat ad ſuſtentandas centum libras aquæ, nempe aquam BC; & quandiu in eadem diſpoſitione manebit idem efficiet, & ſublata tota EBF, allevabitur fundum EF, ducentis libris, quia ceſſabit etiam impreſſio D, eò quòd non uniatur fundo EF, ſi reponatur aqua 100 tantum librarum, incipiet de novo impreſſio æquivalens ducentis libris, ſi autem embolus D firmus teneatur in eo ſitu, ſi aqua perveniat in C, ſitque BF centum librarum, embolus D idem præſtat, ac tantumdem aquæ in vaſe AB; nam ad ſuſtentandam quam B C, requiritur tantumdem aquæ in vaſe AB, poſito quod vaſa ſint æqualia. Si verò aqua perveniat tantum in G, embolus tantum ut ita dicam agit, ſecundùm partem D I, quia ad ſuſtentandam aquam BG requiritur ſolum tantumdem aquæ in vaſe AB. Denique ſi aqua perveniret in H, ita ut aqua BH eſſet centum quinquaginta librarum, idem embolus D idem præſtaret ac centum quinquaginta libræ, & ita deinceps: quia id præſtat embolus D quod efficerent centum quinquaginta libræ in vaſe AB, totidem enim requirerentur, in eo vaſe A B, ad ſuſtentandam aquam BH. Si autem ſupponatur vas B C eſſe duplò minus quàm AB, ita ut aqua BG eſſet 25 librarum, & ſpatium DB eſſet capax librarum quinquaginta, in tali diſpoſitione quia aqua DB quinquaginta librarum, eſſet in æquilibrio cum 25 libris BG: embolus idem præſtans, & eſt in æquilibrio cum 25 libris, facit tamen eandem impreſſionem in fundum EB. Unde qui ſuſtineret vaſa, ſentiret pondus librarum 75 nempe 25 aquæ AB & quinquaginta emboli. Eodem prorſus modo ac ſi in ſtatera brachiorum inæqualium, ſint duo pondera inæ-



qualia, in diſtantiis reciprocis, pondus quinquaginta librarum in diſtantia L K, & pondus librarum 25 in diſtantia K M, quæ ſit dupla ipſius L K; erit æquilibrium, qui tamen utrumque pondus ſuſtinebit ex jugo K, ſentiet totum pondus librarum 75. Unum reſtat explicandum quomodo embolus D determinetur ab aqua adverſa BG, BC, aut BH ad faciendam impreſſionem, nunc æqualem quinquaginta, nunc centum, modò centum quinquaginta libris, in quo videtur nodus difficultatis poſitus eſſe. Ut autem meliùs ſolvatur, inquirendum eſt an ſimile in affini aliqua materia inveniamus. Sit igitur ingens pondus mille librarum pendens ex fune NO, ſitque libra inæqualium brachiorum SPR, ſuſtentata in puncto P, ſintque diſtantiæ PS, PR, inæquales, nempe diſtantia PR, dupla ſit diſtantiæ SP; appendatur in R pondus centum librarum, quod brachium PS ita elevet, ut incurrat in lapidem N; dico lapidem N licèt mille librarum non inniti brachio PS, niſi ſecundùm ducentas libras, ita ut qui ex anſa T, ſuſtentaret ſtateram SR, ſentiret tantum ducentas libras, & qui per funem NO ſuſtineret pondus N non ſentiret mille libras, ſed tantum 800. Ratio eſt quia lapis N immotus, non reſiſtit brachio PS, niſi ſecundùm conatum, quo idem brachium P S impingit in lapidem N; ſed conatus ille eſt potens elevare ducentas libras; igitur lapis N reſiſtit tantum eo modo quo reſiſterent ducentæ libræ. Si verò ſtatuerentur in puncto R libræ 200, lapis N reſiſteret reſiſtentiâ librarum 400. Idem in noſtro exemplo dicendum eſt, nempe in figurâ primâ hujus, ſuſpenſum eſt, corpus AB, aqua verò circumfuſa ita nititur illud elevare, ut hoc niſu apta eſſet attollere centrum libras aquæ, ſi nempe loco corporis AB ſuſtitueretur aqua 100 librarum. Habet autem tantum conatum, eò quòd

Digitized by Google

inveniatur in magno motu, ſicut in hac ultima figura pondus R, quamvis ſit tantum librarum 100 poteſt attollere in S ducentas libras, ex peculiari diſpoſitione machinæ. Ita etiam in prima figura, aqua circumfuſa ob diſpoſitionem peculiarem ad motum, eandem vim habet. Nam quod in ſolidis corporibus, diverſa ponderis à centro libræ, vel ab hypomoclio diſtantia efficit, idem diverſa tuborum magnitudo, aut exilitas præſtat; & ſicut duo pondera inæqualia in diverſis diſtantiis, poſſunt eſſe in æquilibrio; ita etiam poſſunt duæ aquæ licèt inæquales in mole eſſe in æquilibrio, ob diverſam tuborum magnitudinem, ut dicemus meliùs infrà.

COROLLARIUM.

Inde concludo quoties manum in aquam immitto, toties aggregato aquæ addi pondus æquale ponderi aquæ; quæ ſit in mole æqualis manui.

PROPOSITIO XXXVI.

Theorema.

Figura præcisè nihil facit, ut corpora mergantur, vel non mergantur.

Celebris fuit hæc quæſtio, & acriter Florentiæ agitata, quam Galilæus libro Italicè conſcripto fusè ſatis retulit; nempe an figura aliquid conferat, ad corporum immerſionem. Aliis affirmantibus, & oſtendentibus eadem corpora, & ſub eadem mole, modò natare, modò mergi. Ita cymba argentea enatat, quæ ſi in globum ſolidum redigatur, mergitur. Ita lamina, aut bracteola aurea. Sexcentæ hujuſmodi experientiæ afferebantur, quibus oſtendi videbatur figuram nonnihil ad immerſionem corporum conferre poſſe. Conſiderandum tamen eſt an hujuſmodi caſus præcisè ex figura oriantur, an ex aliquo adjuncto ipſi figuræ. Dico ergo præcisè loquendo, figura non confert ad corporis immerſionem. Nam diverſa figura, nec auget molem corporis, nec addit pondus: ergo non mutat gravitatem ſpecificam; ergo corpus quod ſub una figura eſt in ſpecie levius aquâ, ſub alia quacumque figura erit ſemper in ſpecie levius aquâ. Pariter quod in ſpecie gravius eſt aquâ ſub una figura; ſub quacumque figura gravius eſt aquâ; ſed corpus quod gravius eſt aqua deſcendit in aqua; corpus quod levius eſt aquâ non mergitur; ergo ſub quacumque figura corpus mergitur, vel non mergitur.

In experientiis autem quæ in contrarium afferuntur oſtendo figuram nihil conferre præcisè. Argentea cimba ſupernatat, quæ in globum compacta mergitur: figura tamen præcisè id non efficit, nam ſervata eadem figura, mergetur ſi impleatur aqua, vel ſi invertatur. Idem dico de globo argenteo vacuo, qui ſi pariter aquâ impleatur eandem conſervat figuram, & mergitur, bracteola aurea, aut lamina ex ebeno ſupernatat, ſi tamen madefiat mergetur, unde aſſero quod ſi mille afferantur experientiæ, oſtendam ſub eadem figura corpus, quod ſupernatare dicitur fundum petere.

Ceram igitur mollem inſerto plumbi pulvere, ita conſtitue in æquilibrio, ut additâ quâcumque plumbi parte mergatur, detractâ ſupernatet, etiam ſi eam in mille figuras effingas, experieris ſemper adjectâ plumbi particula fundum petere, & ablatâ ſupernatare.

PROPOSITIO XXXVII.

Theorema.

Figura ex accidenti aliquid efficere poteſt, ut corpus mergatur, vel ſupernatet.

Poteſt figura nonnunquam efficere, ut corpus in aquâ occupet locum ſe majorem, quia nempe impeditur ex aliis accidentibus, ne ab aqua occupetur locus, à corpore derelictus: ſed in tali caſu, corpus quod mergi deberet in aqua, ſupernatat, igitur figura ex accidenti aliquid conferre poteſt, ut corpus aliquod ſupernatet, aut mergatur. Nam globus aureus intus cavus, ſupernatat, eò quòd impediatur aqua occupare locum, intra talem globum incluſum; ex quo fit ut globus hic in aqua locum occupet multò majorem, quàm quod ſola argenti materia occupare deberet. Idem dico de cymba.

Lamina item aurea ſupernatat, quia cum aqua ſiccitatem eius refugiat, cum primùm deſcendit, undique attollitur aqua, circa eius margines, unde ſimul cum aëre ſibi contiguo occupatur locus in aqua ſatis magnus, aggregatum autem ex lamina & adjuncto aëre, eſt gravitatis ſpecificæ minoris, quàm ſit aqua, unde ſupernatare debet. Ubi verò madefacta eſt, facilè ſe inſinuat aqua, inter laminam & aërem contiguum, atque adeò cùm gravitas ſpecifica ſolius laminæ, ſit major, quàm gravitas ſpecifica aquæ, mergitur lamina. Atque hæc eſt ſolutio ſatis facilis illius quæſtionis de quâ ferè librum integrum conſcripſit Galilæus, in quo nihil aliud invenies, quàm quod his duabus propoſitionibus eſt explicatum.

PROPOSITIO XXXVIII.

Theorema.

Figura multùm confert, ut corpora velocius, aut tardius, in humido deſcendant.

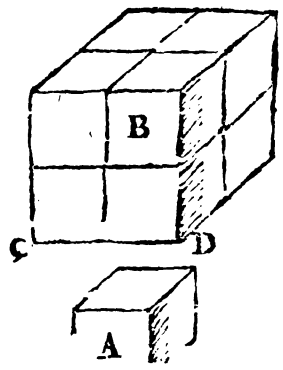
Videtur eſſe difficultas non modica, quare metalla in particulas diviſa, tam lentè deſcendant in aqua, ita arenulæ minutiores, aut terreæ particulæ in aquam injectæ, diem integrum inſumunt, ut fundum petant; licèt quælibet eius minima pars, ſit gravitatis majoris, quàm aqua ipſi in mole æqualis. Idem dicendum de plumis, quæ levi vento attolluntur, pulviſculi item in cubiculo excitati, ſæpè per horam integram in aëre ſuſtentantur; aves expanſis alis tardiſſimè ex alto deſcendunt licèt aggregatum ex ave & plumis in ſpecie ſit gravius aëre.

Suppono primò eſſe aliquam tenacitatem in partibus humidi, unde non tantùm gravitas humidi ſuperanda eſt, ſed etiam illa partium adhæſio, ex quo fieri poſſe exiſtimo, ut gravitas corporis ſit tantillulum major quàm gravitas humidi, in eo tamen non deſcendat quod in oleo & aliis humidis viſcoſis accidit. Secundò dum deſcendit corpus, ambitur undique aquâ, immò dum aqua inferior

Digitized by Google

inferior derelictum à corpore deſcendente locum occupare nititur, eius ſuperficiem ſtringit, & atterit,& quò major eſt ſuperficies corporis alicujus, eò major eſt præcisè ex eo capite reſiſtentia quare magis retardatur motus. Sed corpora minora proportionaliter ad ſuam molem & ſuum pondus, quod vincere debet talem reſiſtentiam, majorem habent ſuperficiem; ergo & majorem patientur reſiſtentiam.

Quod ut meliùs intelligatur. Sit cubus A unius pedis cubici, cujus pondus unius unciæ, eritque eius ſuperficies ſex pedum quadratorum. Sit alius



cubus B, cujus unum latus C D ſit duorum pedum, eius una facies erit quatuor pedum quadratorum. Quare tota ſuperficies erit 24 pedum quadratorum, ergo ſuperficies cubi A quadrupla erit ſuperficiei cubi B, ergo reſiſtentia orta ex ſuperficie cubi B, quadrupla erit reſiſtentiæ ortæ ex ſuperficie cubi A. Pondus autem cubi B octuplum eſt, ponderis cubi B, cum ſoliditas corporis ſit in triplicatâ ratione laterum,& ſuperficies tantùm in duplicata: igitur pondus octo unciarum habet vincendam reſiſtentiam quadruplò majorem illâ, quam vincere debet una uncia; cum tamen virtus activa ſit octupla igitur facilius illam vincet.

Idem facilius concipies ſi ex cubo B, intelligas fieri octo cubos, tunc enim multæ ſuperficies,quæ intra cubum majorem latebant, & ab aqua non tangebantur, factâ diviſione apparent, & ab aquâ ambiuntur. Ergo factâ diviſione, erit major reſiſtentia, orta præcisè ex ſuperficie, licèt non ſit majus pondus, quod ſolum eſt principium motûs deorſum.

Non tantùm autem ſuperficies, ſed ſcabrities corporis motum retardare poteſt: videmus enim naves, ſævo illitas, longè velociùs ferri per aquam, ita ut quartâ parte citiùs nonnunquam moveantur cæteris paribus. Ita plumæ quia diviſæ ſunt in villos, difficiliùs deſcendunt, eò quòd magnam habeant ſuperficiem: & ita de reliquis corporibus.

PROPOSITIO XXXIX.

Theorema.

Lamina lignea, quò latior erit, eò etiam tardiùs aſcendet ex aqua.

Primò aqua incumbens laminæ ligneæ recedere debet ad latera, ut illi aſcendenti locum faciat, & quò latior erit lamina, eò etiam major erit talis motus, major autem motus cæteris paribus, majus tempus requirit, ut perficiatur. Ex quo ſequitur tardiorem eſſe, laminæ ligneæ aſcenſum, quam ſi in globum eſſet compacta; immò ut plurimum obliquè aſcendet, eò quòd facilior ſit humidi diviſio, dum obliquè enititur.

PROPOSITIO XL.

Theorema.

Corpus humido levius, citiùs aſcendit ex humido graviori.

Tunc corpus citius aſcendere debet, quando majus eſt momentum potentiæ ſurſum illud ferentis, ſupra reſiſtentiam ipſius ad motum; ſed potentia attollens corpus levius humido eſt gravitas humidi, reſiſtentia autem petitur ex gravitate corporis illius: ergo quò humidum gravius fuerit in ſpecie, eò etiam velociùs feretur ſurſum corpus illud quod levius eſt humido. Ita diximus corpora gravia citiùs deſcendere in medio leviori, quia major eſt exceſſus momentorum: ſicut in ſtatera,quo majus erit momentum ponderis unius ſupra momentum oppoſiti, eò facilior erit motus. Ex quo ſequitur, quòd corpora aëre leviora faciliùs aſcendent in aqua quam in aëre, & in mercurio adhuc faciliùs. Non nego tamen difficultatem diviſionis poſſe aliquid officere.

PROPOSITIO XLI.

Theorema.

De Cingulis pneumaticis.

Facilis ratio eſt cur homo cingulo pneumatico inſtructus, non mergatur etiamſi velit; ſed fluvios nullo negotio poſſit tranſmittere, ſi nempe pedibus pinnas addat: quia nempe aggregatum ex homine, & cingulo pneumatico, minus ponderat, quam aqua ipſi in mole æqualis. Immò etiam onera ferre poſſet Ut autem aliquod emolumentum ex hac propoſitione hauriatur, debent hujuſmodi cingula,eſſe benè compoſita ex duplici pelle caprina. Quod indicare ſufficiat nullam enim peculiarem habent difficultatem, quæ demonſtratione indigeat.

PROPOSITIO XLII.

Theorema.

De navibus ſub aqua natantibus.

Dicitur Cornelius Drebellius in Anglia navim conſtruxiſſe quæ ſub aquis nataret, in quo nihil commodi video, niſi forſitan ad fallendos hoſtes, introducendoſque in urbem obſeſſam milites. Longiorem enim navigationem ita inſtituere, impoſſibile judico, eò quòd remigatio ſub aquis ſit multùm difficilis, & periculoſa, nec ventorum adminiculo uti liceat. Quæritur tamen quomodo fuerit compoſita navis.

Primò potuit fieri navis æqualis omninò gravitatis ſpecificæ cum aqua, licèt exiſtimem id ferè in indiviſibili poſitum eſſe. Quare poteſt fieri paulò gravior aquâ, ut in fundo remorum quaſi

Digitized by Google

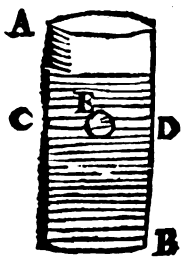
pedum adminiculo progredi poſſit, cum autem ad ſuperficiem aquæ redeundum erit, exoneranda erit, aliquantiſper navis. Cætera unuſquiſque facilè concipiet.

PROPOSITIO XLIII.

Theorema.

Aqua eſt gravitatis homogeneæ, nec aqua inferior ſenſibiliter eſt denſior ſuperiore.

Sit vas AB valdè longum, plenum aquâ, dico aquam eius inferiorem C B non eſſe notabiliter



denſiorem aqua ſuperiori AD. Si enim eſſe notabiliter denſior, & conſequenter gravior, poſſet dari aliquod corpus E, cujus gravitas ſpecifica major eſſet gravitate ſpecificâ aquæ CB, & minor gravitate ſpecificâ aquæ AD; ſed hoc videtur non eſſe verum. Nam ſæpè expertus ſum, ut miſcendo particulas plumbi ſimul cum cerâ, eam redderem ejuſdem ferè gravitatis cum aqua, nunquam tamen efficere potui ut corpus E uſque ad medium aquæ ſeipſo deſcenderet, & ibi ita ſiſteret, ut ſi detruderetur inferiùs, ſuum determinatum locum peteret. Sed ſemper accidit ut ſi inciperet immergi fundum peteret, vel è contrà ſi vel tantillum è fundo attolleretur ſeipſo uſque ad aquæ ſuperficiem emicaret. Sed ſi aqua C B eſſet notabiliter gravior aquâ AD contrarium accideret. Nam ſi globus E, ſit gravior aquâ AD, debet infra deſcendere, ſi minus grave quam C D debet ſupra illam ferri.

Potui quidem immiſſo in aquam ſale, antequam omninò ſolutum eſſet, quia partes inferiores priùs ſaturabantur, quàm ſuperiores ideoque tunc erant in gravitate differentes à ſuperioribus, potui (inquam) formare globum qui in medio aquæ conſiſteret.

Conſecutus item ſum, ut globus ejuſdem eſſet cum aqua gravitatis, & indifferens ad omnem locum: ſed adhuc nihil ex eo efficitur, quod valeat ad propoſitam quæſtionem. Fateor tamen has experientias factas fuiſſe in altitudine non ſuperante ſemipedem; deberet autem in majore fieri ut vim aliquam haberent, & concluderent.

TRACTA

Digitized by Google

TRACTATUS XVII.

DE FONTIBVS

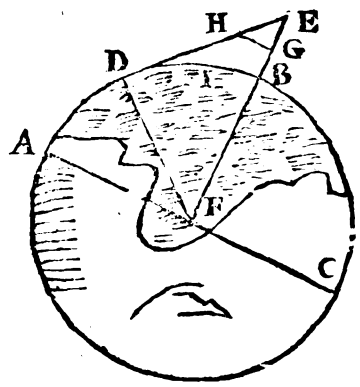
Naturalibus, & Fluminibus.

FONTES quàm amœni ſunt, tam arduum eſt, & operoſum abditas eorum ſcaturigines in lucem edere, aut indefeſſam illam perennitatem explicare. Conabimur tamen aliquid dicere, ut licèt ſcopum attingere, & rem ipſam oculis ſubjicere non liceat; quidquid tamen aut ex aliorum ingenio, aut ex mente noſtra, alicujus momenti videbitur, demonſtrationibus certis, & ſcientificâ methodo ſtabilire tentabimus. De quinque in hoc tractatu præcipuè agam; primò de fontium origine, ſecundò de libellationibus, tertiò de curſu, & copia decurrentis per tubos aquæ; quartò de ſalientibus, quintò de fluminum curſu, & ſi quæ videbuntur ad praxin ſpectantia non omittam. De hac materia egerunt

Ioann. Bapt. Aleotus, Ferrarienſis Ducis, & Clementis VIII. Hydrometra.
Benedictus Caſtellus, Abbas Benedictinus in opuſculo de menſura aquarum currentium.
Ioann. Bapt. Baraterius in Architectura aquarum.
P. Nicolaus Cabæus l. 1. Meteorolog.
Ioann. Bapt. Ballianus de motu liquidorum.

SUPPOSITIO I.

Globum terraqueum Sphæricum eſſe, nemo eſt, hoc ævo qui dubitet, cum id innumeris probetur experientiis, & ipſa gravium natura ſatis indicet, quâ ad commune aliquod centrum feruntur. Non hîc affero argumenta, quæ ad id probandum faciunt; id enim ex aliis tractatibus ſufficienter ſtabilitum aſſumo. Sufficiat modo, ex aquæ fluiditate aliquid in rem noſtram deducere: poſito enim omnium gravium centrō, & aquæ fluiditate, facilè oſtendemus ſuperficiem ejus omnem, & ſphæricam eſſe, & æquabiliter circa centrum terræ fuſam. Hoc enim habent liquida, ut non tantùm perpendiculariter deſcendant; ſed etiam obliquè, & per plana inclinata. Sive fluiditas, ſit diviſibilitas in minutiſſimos globos; globus autem inter cæteras proprietates hoc habet, ut in planis, vel tantillum inclinatis conſiſtere non valeat: & quò fuerit globus minor, eò faciliùs moveatur. Eò quòd ejus ſuperficies magis à recta ſuperficie recedat, minuſque illi accommodetur, & congruat; ſive fluiditas ſit aliquid aliud. Sit ergo terræ hemiſphærium ABC, & aquæ ſuperficies ſi fieri poteſt, ſit plana, qualis repræſentatur per lineam DE, oſtendo in tali caſu aquam ſubſiſtere non poſſe, ſed neceſſariò defluxuram, donec ſe accommodet orbiculariter circa centrum. Cum enim lineæ FB, DF, ſint æquales, FE major erit quàm DF; quare planum DE declive erit, hoc eſt ſi aqua feratur ſecundùm lineam DE, verè deſcendet; ſed quotieſcumque fluidum invenit planum inclinatum toties deſcendit per illud. Secundò partes G, magis premuntur, quàm partes H; liquida autem hoc etiam habent, ut quotieſcumque patet exitus etiam ad latera partes à ſuperioribus preſſæ, alias ad latera expellant; igitur partes G, à ſuperioribus preſſæ, partes H loco dimovebunt; & defluere versùs D cogent, donec tandem aquæ ſuperficies, ſit terræ concentrica.



COROLLARIUM I.

Ex quo facilè concipies ſphæricitatem terræ, non eſſe cauſam cur flumina decurrāt; neque enim putandum eſt, quod procedendo versùs auſtrum magis deſcendatur, quàm procedendo versùs boream; ſed neceſſarium eſſe ad fluminum curſum, ut alveus deflectat à terræ rotunditate, & magis accedat ad centrum terræ, alioquin ſtagnaret aqua.

COROLLARIUM II.

Quamvis aquæ in ſuperficie terræ quieſcentis ſuperficies, idem cum terra centrum habeant, atque adeò terrenam ſuperficiem perficiant, & contineant: quæ tamen in puteis profundioribus, & foſſis deliteſcunt, alterius globi minoris ſuperficiei

ciei ſe accommodant, cujus idem centrum terræ. Aquæ tamen ſuperficies apparet plana in lacubus, quia nempe tam parvum ſphæræ maximæ ſegmentum, non recedit multùm à plana ſuperficie: in mari autem quia major ſphæræ portio aſpectui patet, facilè ejus receſſus à plana ſuperficie animadvertitur; ita ut nautæ de terræ globoſitate non ambigant.

SUPPOSITIO II.

Supponenda item ſunt ea omnia quæ de gravitate dicta ſunt hactenus, cum enim liquida non minùs gravia ſint, quàm corpora ſolida & dura, ideò quæcumque ſupperioribus libris ſufficienter explicata ſunt, de liquidis intelligenda ſunt: præcipuè verò quæcumque de principio mechanices demonſtravimus, nempe motum aut proximam diſpoſitionem ad motum, poſſe æquivalere gravitati.

Si enim aliquando hoc principium vim habet aliquam; maximè in liquidis, ut meliùs in decurſu patebit.

SUPPOSITIO III.

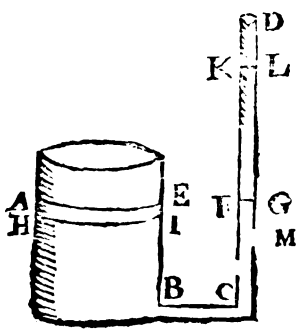
Aqua ſimpliciter in omnibus ſuis partibus, homogeneæ eſt gravitatis; licèt enim dubitari poſſit an propter partes deſuper incumbentes aliquantulum condenſetur aqua inferior, ea tamen condenſatio tam modica eſt, ut illius ratio habenda non ſit. Sive quia aqua condenſationis eſt impatiens, ſive propter aliam rationem; nam vix unquam conſequi potui, licèt id ſæpe tentaverim, ut globum in mediis aquis librarem.

PROPOSITIO I.

Theorema.

Una libra aquæ, mille aquæ libris æquiponderat, ſi utriuſque ſuperficies ſit in eadem horizontali linea.

Sint duo vaſa communicantia AB, CD, ſitque in utroque aquæ ſuperficies AE, FG, in eadem li-



nea horizontali, ſitque aqua AB mille librarum, & aqua CG unius libræ; quod tunc accidet cum baſis AE, erit millecupla baſis FG, intelligendo pro baſibus circulos; nam (*per* 14.12.) cylindri æquè alti ſe habent ut baſes. Dico illas aquas eſſe æquilibres.

Demonſtratio. Intelligatur ſuperficies AE deprimi uſque ad HI, aſcendet aqua in oppoſito cylindro uſque ad KL, eruntque cylindri AI, KG, æquales. Nam aquæ AB, CG æquales ſunt aquis HB, CL; eſt enim eadem ſemper aqua: ergo ablato quod commune eſt, nempe HB, CG, reſtant aquæ HE, FL æquales. Quare cylindri AI, FL æquales ſunt. Sed cylindri æquales (*per* 15.12.) reciprocant baſes, & altitudines; quare ut baſis AE ad baſin FG, ita altitudo FK ad altitudinem AH. Sed ut baſis AE ad baſin FG, ita pondus aquæ AB ad pondus aquæ CG, & altitudo AH, eſt motus aquæ AB, ſicut altitudo FL, eſſet motus aquæ CG; ergo pondera aquarum, & motus illarum ſunt reciproca. Quare per primum principium mechanices, aquæ AB, CG ſunt in æquilibrio, compenſante in aqua CG, defectum ponderis, diſpoſitione ad motum majorem. Ideoque mille libræ aquæ ſunt in æquilibrio, cum una libra aquæ, dum eorum ſupeficies eundem horizontem attingunt. Quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO II.

Theorema.

Una libra aquæ præponderat mille libris aquæ ſi ejus ſuperficies ſit altior earum ſuperficie.

Sit in eâdem figura, aqua HB mille librarum, & aqua CL unius libræ, & quia CL major eſt, quàm HB, ex ſuppoſitione erit baſis HI, pluſquam millecupla baſis KL. Nam ſi eſſet una libra in parte CM, (*per* 14.12.) eſſet baſis HI, millecupla baſis FG: ſed ex ſuppoſitione, in CM non poteſt contineri una libra; ſed tantum in CL; igitur baſis HI eſt pluſquam millecupla baſis FG. Ponamus eſſe bis millecuplam. Deſcendat aqua CL ad FG, & aſcendat aqua in alio vaſe uſque ad AE, ita ut ſint AE, FG, in eadem altitudine; oſtendam pariter, aquas AI, FL eſſe æquales, & (*per* 15.12.) ita eſſe baſin AE ad baſin FG, ſicut altitudo FK ad altitudinem AH.

Demonſtratio. Baſis HI, eſt ad baſin FG, ut FK motus unius libræ aquæ, ad AH, motum mille librarum, ſed baſis HI eſt bis millecupla baſis FG: igitur motus unius libræ eſt bis millecuplus motûs mille librarum. Ergo major eſt motus libræ, quam ut ſit reciprocatio inter motum, & pondus aquarum; ergo una libra in aptitudine ad talem motum prævalet, & præponderat mille libris. Quod erat demonſtrandum.

Verum quidem eſt quod fit ſenſim æquilibrium, eò quòd ex tubo CL, ſenſim in vas AB, tranſeat alia aqua, minuaturque aqua in CL, cum enim aqua AB in ultima ſuppoſitione, fuerit bis millecupla aquæ CG, quod tunc tandem accidet cum AE, FG in eadem fuerint linea horizontali, aut potiùs in eadem ſuperficie circuli maximi, cujus centrum erit idem ac terræ, tunc inquam erit æquilibrium.

Atque hæc ratio mihi videtur meliùs explicare naturam iſtius æquilibrii, quàm ſimpliciter aſſumere tanquam primum principium, aquæ etiam hoc modo in duos tubos diviſæ ſuperficiem debere eſſe terræ concentricam.

PROPOSITIO III.

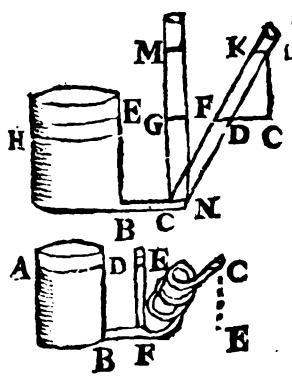
Theorema.

In tubis etiam inclinatis communicantibus una libra erit in æquilibrio, cum mille libris ſi eandem lineam horizontalem attingant.

Sint duo vaſa communicantia HB, CD, ſitque ut priùs, aqua HB mille librarum, & aqua CD unius libræ; ſintque ſuperficies E, FD, in eadem lineâ

Digitized by Google

lineâ horizontali : dico illas aquas esse in æquilibrio. Supponatur enim superficies E, deprimi in H, & in altero tubo ascendere in KL, ostendam ut priùs aquas HE, FL, esse æquales. Intelligatur super eâdem basi CN, alius cylindrus rectus NM, in quo linea GF sit in eadem horizontali cum FD, & E. Item linea M, sit in eadem altitudine cum KL, eritque (*per* 11.12.) cylindrus GN æqualis cylindro CD, item cylindrus GM, æqualis cylindro FL.



Demonstratio. (*Per præcedentem*) Aqua GN, est in æquilibrio cum aqua EB, sed aqua GN est in æquilibrio cum aqua CD, sunt enim æquales, & in eadem dispositione ad motum. Nam si ex depressione H, ascendit aqua in K, ita ut aquæ EH, FK æquales essent, ascenderet etiam aqua GN in M, quia GM, & FK sunt æquales : omnis autem motus gravium, ut suo loco explicuimus, semper penes perpendicularem desumendus est. Quare aqua CD, quæ est in æquilibrio cum CF ; & CF, cum EB ; erit etiam in æquilibrio cum EB. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO IV.

Theorema.

In quibuslibet tubis, quomodocumque dispositis, aquæ erunt in æquilibrio, si eandem horizontalem lineam attingant.

Sint duo vasa unum quidem simplex, & perpendiculare AB, aliud verò involutum in spiras BC, eademque sit altitudo aquæ in utroque, nempe perveniat aqua, usque ad lineam horizontalem ADC ; dico aquas esse in æquilibrio. Cogitetur enim tubus FE rectus, ejusdem crassitici cum tubo FC.

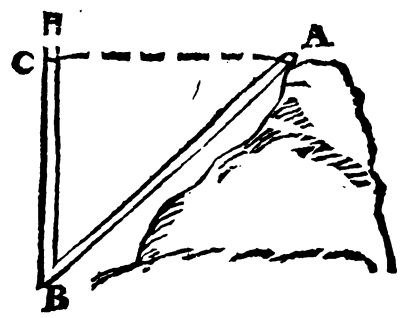
Demonstratio. Aqua contenta in tubo recto FE, se habet ad quam FC, ut linea FE ad longitudinem tubi FC, cum supponatur eadem tuborum crassities ; sed per 4 planorum inclinatorum, quoties gravia se habent, ut longitudines planorum inclinatorum, aut si unum gravitat secundùm perpendicularem, quoties quod in plano inclinato versatur, se habet ad illud, quod movetur per planum inclinatum, ut perpendicularis ad planum inclinatum, toties est æquilibrium (*ut vidimus propositione 4, planorum inclinatorum.*) Ergo aqua FE est in æquilibrio cum aqua FC : sed aqua FE, est in æquilibrio cum aquâ AB ; igitur & aqua FC, erit in æquilibrio cum eâdem aquâ AB. Quod erat demonstrandum.

Neque difficultatem faciat mutatio plani, nempe quod tubus in spiram detortus sæpe mutet plani inclinationem ; possunt enim comparari singula tubi segmenta, in quibus non mutatur sensibiliter inclinatio cum segmento tubi recti illi correspondente, demonstrando habere idem momentum, atque ita percurrendo singulas tuborum partes, æque altas perpendiculariter. Ostendemus aquas in iis contentas idem habere momentum.

PROPOSITIO V.

Theorema.

Fontes genio suo relicti, non possunt ascendere supra scaturiginem suam.



Ex superioribus propositionibus satis facilè deducimus fontes genio suo relictos, hoc est sine ullo artificio, & simplici deductione, non posse ascendere, nisi quantùm descendunt. Sit enim fons in summitate montis A, cujus aqua derivetur per canalem ABC, dico fieri non posse, ut aqua ascendat supra horizontalem lineam AC.

Demonstratio. Aqua AB est (*per 3. hujus*) in æquilibrio cum aqua BC, igitur non potest impellere aquam BC ulterius, eamque ad ascensum cogere, quomodocumque sint dispositi tubi ; hoc est sive tubus AB sit perpendicularis, sive obliquus, sive latior sive strictior parùm interest, sive in conum desinat, sive non. Et adhuc intelligendum est, ut canalis sive tubus clausus sit, neque enim cogitandum est, si in puncto B, tubus esset apertus fore, ut saliens ad tantam altitudinem attolleretur ; sunt enim peculiares regulæ salientium de quibus dicemus infrà, suo loco.

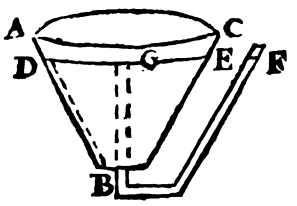
PROPOSITIO VI.

Theorema.

Fluidum per lineam declivem suam exercet gravitationem æqualem tamen præcisè gravitationi perpendiculari ejusdem altitudinis.

Hallucinantur multi dum liquidorum gravitationem ita perpendiculari lineæ alligant, ut nullam aliam gravitationem agnoscant, nisi perpendicularem quod quidem aliquem bonum sensum habere potest. Nempe omnem nisum rei gravis, deorsum tendere ; quantùm est de se ; sed ex varia determinatione posse accidere, ut per alias lineas suam gravitationem exerceant. Quod accidit etiam solidis, nam funependulum quod retinetur in centro, arcum describit, & quæ in planis inclinatis feruntur, secundùm lineam declivem feruntur. Nescio tamen quomodo in corporibus fluidis, rem nonnulli aliter se habere existiment, cum in iis ob divisibilitatem, aut potiùs fluiditatem, faciliorem putem esse gravitationem obliquam. Dico ergo in corporibus liquidis idem esse momentum, sive perpendiculariter gravitent, sive per planum inclinatum, sive per unicam lineam, sive per plures ; seclusis forsitan nonnullis accidentibus de quibus infrà. Sit enim vas in conum desinens, in quo sit aqua ad altitudinem DE : huic autem vasi, conjunctus sit tubus incurvus BF, in quo (*per 3. hujus*) aqua ascendet usque ad F, eademque erit

linea horizontalis D E F. Dico non plus premi aquam in puncto B, existentem à tota illa aqua;



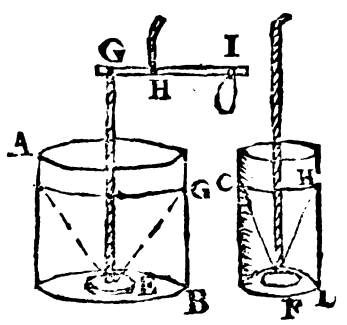
per varias lineas nempe GB perpendicularem, AB obliquam & alias innumeras quæ cogitari possunt, quàm per solam perpendicularem, & tàm benè premi per omnes simul, quàm per unam.

Demonstratio. Quò plus premetur aqua B, eò magis ascendet aqua in BF, nam in tantum ascendit aqua, secundùm tubum BF, in quantùm premitur in B: sed sive sit sola pressio perpendicularis, sive sit sola obliqua, sive omnes istæ pressiones adsint eadem tamen erit altitudo aquæ in F. Cogitetur enim esse solus tubus perpendicularis GB, in quo aqua sit usque ad G; in opposito perveniet in F. Pariter cogitetur loco vasis ABC, esse solus tubus obliquus AB, in quo aquà perveniat ad eandem altitudinem D, pariter aqua ascendet in F, ergo eodem modo premitur, sive per unam, sive per plures prematur. Et omnes simul, & quælibet earum æqualis est pressioni perpendiculari.

Ratio à priori est quod dum plures adsunt pressiones, & gravitationes, aquæ quidem major copia premit, sed ponitur in dispositione ad minorem motum; dum verò adest sola gravitatio perpendicularis, aqua secundum illam dispositionem, est in majori motu. Pariter in sola gravitatione obliqua, licèt aqua sit in majori motu, quàm in perpendiculari, hic tamen motus est inclinatus; atque adeò minùs potens secundùm regulam communem in Mechanicis explicatam, quod vires gravitationis secundùm perpendicularem sint attendendæ.

Hoc nonnulli satis non adverterunt, qui aliquas experientia satis difficiles, per multiplices, aut pauciores pressiones explicare voluerunt: neque enim plures pressiones corporis minus mobilis plus possunt, quam pauciores ejusdem corporis, ut magis mobilis.

Alio modo eandem propositionem possumus



experientia satis efficaci stabilire. Sint enim duo vasa AB, CD, ejusdem altitudinis, sed inæqualis magnitudinis. Sit verbi gratiâ AB mille librarum capax, & vas C D, tantùm decem librarum. Sint duo foramina æqualia E & F, quæ tegantur duobus orbiculis ligneis item æqualibus, infundatur aqua in utroque ad eandem altitudinem G & C. Etiamsi orbiculi sint leviores aquâ, adhærebunt tamen, eò quòd magis premantur ab aqua, & aëre, quàm subleventur ab aëre per foramen. Nam si fundum esset integrum huic niteretur aqua, quæ orbiculos elevaret. Quanta ergo est gravitatio aquæ, tanta est orbiculorum adhæsio. Sed experientiâ compertum est, æqualem esse in utroque casu adhæsionem, quam bilance probare possumus. Ergo eadem est utrobique gravitatio.

Quare potest assumi Archimedis axioma, si benè intelligatur, in quolibet vase pars quælibet fundi premitur, à parte aquæ ipsi perpendiculariter respondente; non quod etiam ab aliis non prematur; sed quod omnes pressiones simul sumptæ, uni pressioni æquivaleant: quia si reliquæ omnes considerentur, jam tota aqua in minori motu ponitur.

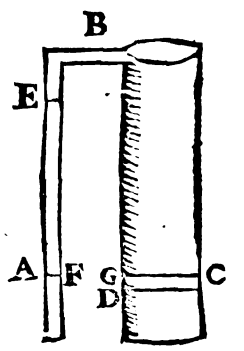
Ex quibus concluditur, quod maris non magis prematur fundum, quam lacûs, si eadem sit aquæ altitudo, & quod pressiones omnes respectu ejusdem corporis distributæ variis partibus, uni perpendiculari sint æquales.

PROPOSITIO VII.

Theorema.

In syphonibus, & tubis communicantibus, in parte superiori, una libra aquæ, erit in æquilibrio cum centum libris, si ad eandem lineam horizontalem perveniant.

Sint duo tubi AB, BC, communicantes in puncto B, sique aqua in utroque usque ad lineam horizontalem AC; dico aquas AB, BC, esse in æquilibrio. Supponatur enim aqua BC, descendere usque ad D, ascendet ex alia parte, usque ad E. Non expendo hic quomodo adhæreant certum enim est, quod si descenderet aqua in tubo BC, ascenderet in tubo A B, ut experientiâ constat: explicabo autem infra quodnam sit principium illius adhæsionis. Quare cum sit semper eadem aqua, erit aqua A B C æqualis aquæ E B D, & ablato eo quod commune habent, nempe aquâ EBC, restat AE tubus, æqualis tubo C D.



Demonstratio. Aqua AB ad aquam BC, (*per* 14.12.) se habet, ut basis AF ad basin GC, sed ut basis AF ad basin CG, ita linea GD ad lineam AE, (*per* 15. 12.) cùm cylindri AE, CD sint æquales, linea autem GD est motus aquæ BC, & AE est motus aquæ AB. Ergo ut aqua AB ad aquam BC; ita motus, aquæ BC ad motum aquæ A B. Quare est reciprocatio ponderum, & motuum: ergo per principium primum mechanices est æquilibrium. Quod erat demonstrandum.

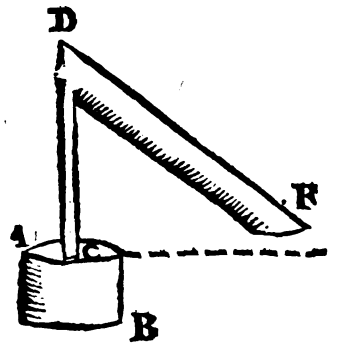
Verum quidem quod si tantisper descendat aqua BC, aut, BA destruetur æquilibrium, & una aqua alteri prævalebit.

Eodem

Digitized by Google

Eodem modo oſtendam ſi unus tubus, ſit inclinatus, alius perpendicularis, fore ſemper æquilibrium, eodem prorſus modo, quo oſtendi ſupra, in tubis communicantibus per partes inferiores id accidere. Pariter licèt unus eſſet contortus in ſpiras, alius verò perpendicularis, eadem valet demonſtratio.

Ex quo ruit multorum cogitatio, qui ſyphonibus in ſuperiori parte communicantibus motum perpetuum tentaverunt. Cum enim animadverterent, ſi in ſyphonibus crus aquæ immerſum eſſet alio oppoſito brevius, tunc aquam continuò fluere, ideo exiſtimarunt poſſe fieri crus aquæ immerſum longius, ſed exilius, & in oppoſito brevitatem craſſitie compenſare: aut ſervando eandem longitudinem, non ita illud inclinare, ut aquam redderet antequam ad eandem lineam horizontalem perveniret. Aut idem crus in ſpiras involuere, ita ut licèt crure in aquam immerſo longius eſſet, nihilominus aquam redderet antequam ad eandem horizontalem lineam perveniret. Ut ſi

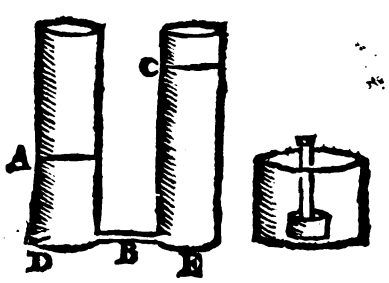


vaſi AB immergatur ſyphon CD, ſitque linea CF horizontalis, per ſuperficiem aquæ tranſiens, ſi ex eò quòd crus DF eſſet craſſius, poſſet reddere aquam ſupra lineam CF, aut ex eò quòd magis inclinaretur ad horizontem; aut ſi in ſpiras circumvolveretur; haud dubiè motum perpetuum haberemus. Nam exceptam aquam in F, canali aliquo remitteremus in vas AB, ſed ut dixi vera longitudo tubi ſumitur penes perpendicularem; & craſſities nihil facit, quia in tubo craſſiori aqua eſt in minori motu. Quare ex hoc capite nihil lucrari poſſumus in ordine ad motum perpetuum.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

Si duo liquores in duobus tubis communicantibus contineantur, erit ut gravitas ſpecifica unius ad gravitatem ſpecificam alterius; ita reciprocè altitudo unius liquoris, in ſuo vaſe, ad altitudinem alterius.



Sint vaſa communicantia AB, BC, in quibus ſint liquores diverſæ gravitatis ſpecificæ; ſitque ut gravitas ſpecifica liquoris AB ad gravitatem ſpecificam liquoris BC, ita altitudo CE ad altitudinem AD, dico eſſe æquilibrium. Sint enim baſes cylindrorum æquales.

Demonſtratio. (*Per* 14. 11.) cylindrus BC, ſe habet ad cylindrum AB, ut altitudo CE, ad altitudinem AD, ſed ut altitudo CE ad altitudinem AD, ita gravitas humidi AB ad gravitatem humidi BC: igitur ita eſt humidi BC extenſio ad humidi AB extenſionem, ſicut gravitas AB ad gravitatem BC; ſed quoties extenſiones ſunt reciprocæ gravitatibus ſpecificis, toties ſupponi debet idem pondus, ergo idem eſt pondus humidi AB, ac humidi BC. Sunt item ex ſuppoſitione, in eâdem diſpoſitione ad motum; cum cylindri ſint æquales: ergo idem eſt momentum unius ac alterius.

Sint ſecundò duo tubi inæquales, ſitque AB aqua, & BC oleum, ſitque BC, tubus duplò minus capax quam AB, oleum BC in tubo minore eſt in æquilibrio cum oleo, in tubo majore, ejuſdem altitudinis (*per primam hujus.*) Sed oleum altitudinis BC, in tubo æqualis craſſitiei ipſi AB, eſt in æquilibrio cum aquâ AB; ergo & oleum in tubo minori ejuſdem altitudinis cum BC, erit in æquilibrio cum aquâ AB. Quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM I.

Ex eo concludo quod ſi in vaſe AB, ſit mercurius duorum pedum, in BC debeant eſſe plus quam triginta pedes aquæ.

Ex quo deſumo argumentum efficax ad demonſtrandam gravitationem aëris. Fiat experientia mercurii in aqua, nempe habeatur arundo vitrea, una extremitate clauſa, quæ impleatur hydrargiro; deinde intra aquam ad altitudinem pedum 10, invertatur hæc arundo in ſubjectum vas mercurio plenum, ſi aër non gravitaret ſuſtentaretur mercurius ab aqua, in arundine ad altitudinem octo circiter digitorum. Nempe 10 pedes aquæ, ſunt in æquilibrio cum octo digitis mercurii: quare ſi ſola gravitas aëris ſuſtentaret mercurium, in aqua 10 pedes altâ, non ſuſtentaretur niſi ad altitudinem 8 digitorum: ſed in tali caſu ſuſtentaretur ad altitudinem ferè trium pedum. Ergo ſuſtentatur ab aliquo alio corpore, non ab alio, quam ab aëre, ergo ſuſtentatur ab aëre. Addo quotieſcumque fit experientia in aëre, ſi ſupra ſcutellam infundatur aqua, pro 10 digitis aquæ ſupra mercurium, attolletur mercurius in arundine ſupra mercurium ſcutellæ, novem lineis.

COROLLARIUM II.

Si intra aquam ſit ſcutella plena mercurio in quam immittatur arundo, utrinque aperta ita tamen ut arundo extet extra ſuperficiem aquæ, atque adeo aqua non ingrediatur arundinem, aqua propulſabit mercurium in arundinem eumque elevabit, novem lineis pro ſingulis 10 digitis aquæ in perpendiculo. Quia nempe ita ſe habet elevatio aquæ ad elevationem mercurii, ut gravitas ſpecifica mercurii, ad gravitatem ſpecificam aquæ, nempe ut $71\frac{1}{2}$ ad $5\frac{1}{1}$: quia totum vas aqua plenum, ſe habet per modum tubi, & arundo quæ immittitur per modum alterius tubi communicantis, & humida ſunt Etherogenea.

Digitized by Google

PROPOSITIO IX.

Theorema.

Si aër gravitet, tota aërea regio ſe habet per modum vaſis, & tubus parte ſuperiori clauſus per modum alterius tubi communicantis.

Quod corollario ultimo de aqua oſtendimus, applicari poteſt toti aëri. Si enim ſupponatur eſſe tubus pertingens ultra aërem in terras gravitantem & apertus, qui deberet aut vacuus eſſe aut certè plenus æthereâ aliquâ ſubſtantiâ, nullo modo gravitante, ſi illius una extremitas in ſcutellam aqua plenam immittatur, cum aër gravitet in aquam reliquam, & non gravitet in eam partem aquæ, quæ quaſi protegitur illo tubo,(neque enim ſupponitur ullus aër gravitans intra tubum) neceſſariò attolletur aqua intra tubum,ad tantam altitudinem donec ſit æquilibrium.Erit autem æquilibrium (*per præcedentem propoſitionem*) cùm altitudo aëris ad altitudinem aquæ ſe habebit,ut gravitas ſpecifica aquæ, ad gravitatem ſpecificam aëris. Quod ſi loco aquæ poneretur mercurius, minus attolleretur mercurius. Neque obſtat quod tam parum aquæ, aut mercurii quantum intra tubum continetur ſit in æquilibrio cum tanta aëris copia, quia ut dixi diſpoſitio ad parvum motum in aëre, compenſat, exiguitatem aquæ, ut jam oſtendimus ſupra. Nam deſcenſus aëris, ad aſcenſum aquæ ſe habet ut diameter tubi aquei, ad diametrum totius athmoſphæræ aëreæ, & gravitas totius aëris ad gravitatem aquæ; ut diameter athmoſphæræ, ad diametrum aquæ. Unde eſt reciprocatio neceſſaria ad æquilibrium. Sed iis non immoror utpote quæ cum ſint jam demonſtrata indicaſſe ſufficiat.

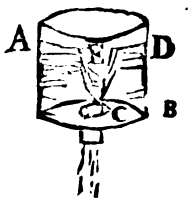
Cum autem id præſtare non poſſimus, nempe habere tubum, cujus longitudo tranſcendat regionem aëream, quæ in terram gravitat; aliam viam tentamus, impediendo ſcilicèt, ne aër in tubum gravitet. Implemus igitur aquâ tubum longiorem, verbi gratiâ quadraginta pedum, ejuſque pedem, aquæ immergimus, obturatoque diligenter ſuperiori orificio, ne aër per illud in aquam gravitet; aperimus orificium in pede conſtructum, viamque aquæ facimus. Certum autem eſt quod ſi aqua in eo tubo, contragravitante aëre ſuſtentaretur, defluere deberet, donec eadem eſſet ratio altitudinis regionis aëreæ ad altitudinem aquæ in tubo ſuſtentatæ, quæ gravitatis ſpecificæ aquæ, ad gravitatem ſpecificam aëris. Suſtentatur autem tantum ad altitudinem pedum 33; ſi autem fiat experientia in mercurio, ſuſtentabitur ad altitudinem 26 digitorum, nempe ut ſe habet gravitas ſpecifica mercurii ad gravitatem ſpecificam aëris. Quare conſequenter erit altitudo mercurii in tubo ſuſtentati, ad altitudinem aquæ, ut gravitas ſpecifica aquæ,ad gravitatem ſpecificam mercurii,quod ita reſpondet experientiæ, ut ne tantillulum excedat. Volui autem monere ne quis miretur tantam aëris copiam, poſſe eſſe in æquilibrio, cum tam exigua mercurii parte: non enim ut jam ſæpe monui aër ſolum, ſecundùm ſuam entitatem conſiderandus eſt, ſed aptitudinis ad motum ratio habenda eſt. Ita dum intra mare tubum immittimus, aqua tubo contenta, eſt in æquilibrio cum toto mari. Ita etiam mercurius in tubo ſuſtentatus erit in æquilibrio, cum toto aëre, quia ſi mercurius aſcenderet in tubo per unam leucam, tota athmoſphæra aëris non deſcenderet una centies milleſima parte unius lineæ. Quod repetere volui ut tyronum imaginationem huic principio aſſueface-rem.

PROPOSITIO X.

Theorema.

In Fluidis gravitatio perpendicularis prævalet.

Etiamſi dixerimus præcedenti propoſitione dum humidum, in partem ſubjectam gravitat, pluribus gravitationibus, eas omnes gravitationes, ſoli perpendiculari æquivalere: nihilominus in actu ſecundo, dico perpendicularem magis operari, & de facto majorem exercere conatum, quam reliquas. Eſto enim dum abeſt perpendicularis gravitatio, reliquæ ſuam vim habeant, aſſero tamen dum adeſt preſſio perpendicularis, eam præcipuam vim habere. Sit enim vas AB,in cujus medio fundo,ſit foramen C apertum, per quod aqua egrediatur, ſubſidet aqua in parte E, quæ perpendiculariter foramini C reſpondet, ita ut fiat cylindrus EC deſcendens, ejuſdem circiter craſſitiei cum foramine, & aliæ partes aquæ extra illum cylindrum poſitæ non deſcendant. Inde fit etiam, ut quæ ſunt leviora aquâ, ſi in puncto E inveniantur ſimul cum ſubſidente aqua deſcendant, quæ in aliis ſuperficiei aquæ partibus poſitæ ſuſtententur, & ſupernatent. Ratio igitur eſt quod omne grave delatum perpendiculariter, majus habet momentum, quàm idem aut ſimile grave quod fertur per planum inclinatum, ut vidimus in mechanica cum egimus de planis inclinatis. Sed aliæ omnes partes extra cylindrum E C poſitæ, nituntur ad foramen C niſu inclinato, & obliquo, partes verò EC niſu perpendiculari: ergo partes EC prævalebunt. Verè quidem ſi illæ deeſſent partes, reliquæ ferentur ad foramen C, ſed quia niſus partium EC prævalet, impedit quominus aliæ moveantur. Ex quo vides rationem cur in puncto E ita ſubſidat aqua ut formetur infundibulum, & levia etiam corpora ſimul cum aqua ſubſidente deorſum ferantur.



Eâ occaſione quæres cur fiat vortex in puncto E, hoc eſt cur aqua non ſubſidat recta, ſed rotetur in vorticem. Ego quidem non exiſtimarim in aqua quieta omnino, talem vorticem in orbem agitatum inveniri, ſed tantum in aquis currentibus, dum enim accidit ut impetus aquæ currentis, in aquæ ſubſidentis latus unum incurrat; aqua ſuum motum conſervat, ſubſidit tamen ipſa, & in illius infundibuli aquei ſuperficie, ſuum motum rectum mutat in orbicularem.

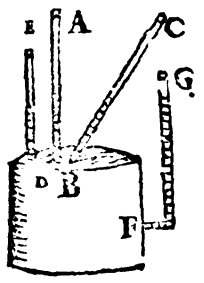
PROPOSITIO XI.

Theorema.

Nonnunquam ex accidenti in minutioribus tubis ab æquilibrio humidum exorbitat.

Afferam experientiam. Si canaliculum AB ferè capillarem

capillarem immergo in ſuperficiem aquæ, humor ſtatim per caniculum aſſurgit ad digitalem ferè altitudinem. Inclino canaliculum in BC, altius aqua aſcendit, breviori utor in DE, non ita altè humor aſcendit, claudo digito canaliculi orificium ſuperius dum illum immergo aquæ, aqua nullo modo aſcendit. Digitum amoveo, illico aſſurgit, & hoc non in aqua tantum, ſed in vino & aliis liquoribus accidit. Si canaliculus ſiccus ſit ſenſim tantum, & lentè aqua aſſurget, niſi fuerit paulò laxior, ſit verò madefactus, ſtatim elevatur aqua. Horum omnium quæritur ratio.



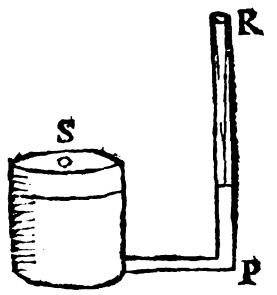
Primò quidem certum eſt id non provenire ex impetu, quo tubulus in aquam immergitur, dum enim clauſus digito, in ſuperiori orificio aquæ immittitur, non aſcendit, dum autem amovetur digitus, aſcendet aqua; licèt jam pridem deſierit impetus, quo tubulus demerſus eſt in aquam; ergo alia neceſſariò cauſa accerſenda eſt. Deinde quò majori impetu immitteretur, eò magis aſcenderet, nec daretur ulla ratio cur in longiori altiùs aſcendat.

Certum eſt item, ut demonſtravimus momentum aquæ, in vaſe BF exiſtentis non eſſe majus, momento aquæ exiſtentis in tubulo FG, quotieſcumque eadem fuerit altitudo; licèt majus ſit unius pondus, quàm altetius. Quia momentum ut jam ſæpè monui, coaleſcit ex pondere & diſpoſitione ad motum. Neque etiam cogitanda eſt vis aliqua adhæſiva, quâ una gutta aquæ, aliam attrahat illique copuletur, & conſequenter quia madidus eſt canaliculus, ideò humor quo imbutus eſt alium attrahat, ſed cum id experti ſimus in canaliculo ſicco, & aſcenderit aqua ultra ſuperficiem aquæ in vaſe contentam, ideò hic effectus attractioni tribuendus non eſt.

Neque etiam aſſignari poteſt major in uno, quàm in alio gravitatio aëris, ſi præcisè & ſimpliciter ſumatur. Poſſet enim aliquis cogitare in vaſe latiori aërem gravitare per plures lineas non tantùm perpendiculares; ſed etiam obliquas, eò quòd latera vaſis tales preſſiones non intercipiant: hoc eſt ſi ſuperficies aquæ non multùm diſtet à labris ipſius vaſis, ferè à toto aëris quaſi hemiſpherio poſſunt duci lineæ ad ſingula ſuperficiei aquæ puncta, atque adeò aër per plurimas lineas in aquam majoris vaſis gravitet. At verò in minutiore tubulo, & oblongo, quia non poſſunt duci niſi ferè lineæ perpendiculares, ideo aër non gravitabit per tot lineas; atque adeò, non ita premet humorem in tubulo contentum unde major proportionaliter erit preſſio, in tubo latiori quam in minutiori, & etiam poſſet reddi ratio cur in tubulo longiori altiùs aſcendat. Hic tamen modus explicandi non arridet, nam oſtendimus ſuprà, plures preſſiones uni æquivalere, & unam pluribus. Deinde in tubis laxioribus, licèt obſervetur eadem proportio, nempe ſit unus tubus, centuplus alterius, ſi parvus ſit valde minutus, accidet quidem ut in eo aqua aſcendat ſupra libellam, at verò ſi tubus minor ſit laxior, etiam ſi comparetur cum toto mari, quod illo erit pluſquam centies millecuplus, id tamen non eveniet. Nam ſi preſſio major aëris in vaſe millecuplò poteſt in tubulo elevare aquam ad duos digitos; preſſio totius maris ſine ullo labrorum impedimento, poterit aquam elevare ad unum etiam ſaltem digitum, in vaſe, cujus baſis erit unius pedis. Neque enim major virtus requiritur ad elevandam aquam uno digito in tubo pedali, quam in tubo capillari, ut vidimus, cum ſtet in æquilibrio cum eâdem aqua, in alio quocumque vaſe contenta.

Deinde ſequeretur quod auctis lateribus majoris vaſis, ita ut impedirentur gravitationes per plures lineas; non aſcenderet aqua in minori, quod tamen eſt contra experientiam.

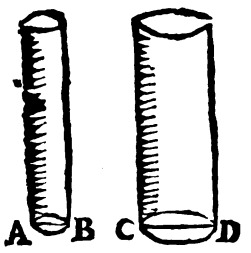
Denique ſi ex eo quod aër non gravitet per plures lineas; ſed per angulum valde acutum, impediatur ejus vis ad premendum, aut ſaltem minuatur; ut in figura ſecunda propoſitionis, ſextæ quia angulus AEG, major eſt angulo CFH, aër per plures lineas gravitabit in punctum E, quam in punctum F, ideoque in tubulo præcipuè longiori, quia ille angulus eſt valde acutus, aër minùs premat aquam, quæ propterea, ut minùs preſſa, ab oppoſita & in alio latiori vaſe contenta, & magis preſsâ ſurſum propellatur, ſi inquam hæc ratio valeret, quotieſcumque eſſet eadem differentia angulorum, in diverſis vaſibus communicantibus, toties eadem eſſet elevatio, quod tamen eſt contra experientiam. Addo quod ſi fiat tubus



PR, in ſuperiori parte R obturatus, excepto exiguo foramine, preſſio aëris fiet per angulum valdè acutum; cujus baſis erit diameter foraminis. Et tamen aqua non aſcendet, ſi paulò laxior ſit tubus. Pariter, ſi vas oppoſitum habeat exiguum foramen in S, atque adeò preſſio fiat ſecundum angulum valdè acutum, non deſinet in oppoſito tubulo capillari aqua aſcendere: ergo preſſio facta per angulum acutum, præcisè ex eo capite non minuitur. Igitur falſa eſt ratio ab aliquibus allata, nempe quòd aſcenſus aquæ in tubulo capillari, oriatur ex imminuta aëris preſſione, eò quòd per angulum acutiſſimum fiat. Expertus enim ſum millies aërem per exiguum foramen immiſſum, tam bene gravitate in aquam vaſe concluſam, ac ſublato operculo; modo anguſtiæ foraminis non continuentur diutiùs.

Admitto igitur aëris gravitationem, fateorque me non poſſe explicare aſcenſum aquæ in tubulo capillari, ſine aëris gravitatione, paulò tamen aliter rem totam explicare conabor. Supponendo primò partes aëris non ita fluidas eſſe, ut adhærere corporibus non poſſint, licèt enim ſuperiorem aërem ſatis purum, & fluidum omninò aſſerere poſſimus, aërem tamen quem ſpiramus multis alienis corporibus, vapidis & ſæpe villoſis permixtum eſſe nemo negare poteſt. Cum experientiâ quotidiana conſtet, extranea illa corpora in ſolari radio videri. Non dubium igitur eſt quin partes illæ tangendo, ſolidorum corporum ſuperficies illis adhæreant, atque adeo tantiſper ſuſtententur, &

illa ſuſtentatione multùm minuatur earum gravitatio. Nam reliquæ partes illis adhærentes, etiam tantiſper illis incumbunt. Dum ergo diximus aquam majore tubo incluſam eſſe in æquilibrio cum aqua, in minori tubo contenta, ſi earum ſuperficies ad libellam diſponantur, ſolius aquæ rationem habuimus, non autem incumbentis deſuper aëris. Quare dicendum eſt in eo tantum tubo, ſupra libellam, aquam aſcendere, in quo aër ſuperficiei adhærens notabilem habet proportionem cum reliquo aëre intus incluſo. Ponamus enim partes aëris ita eſſe minutas, ut decimam unius lineæ partem adæquent, ſuperficiei internæ tubi circumquaque adhærebunt partes aëris, ad latitudinem decimæ partis unius lineæ. Si ergo illa decima pars unius lineæ nullam habeat rationem cum reliquo aëre intus incluſo, non minuetur ex ea adhæſione ſenſibiliter illius gravitatio; ſi verò notabilem, & ſenſibilem cum eo rationem haberet, ut ſi eſſet decima ejus pars aut ſexta, haud dubiè de ejus preſſione nonnihil adimeret. Si verò ſit tantum centeſima ejus pars, decrementum erit inſenſibile. Neque enim ſoliditas tubi ſe habet ut ejus ſuperficies, nam cylindrorum æquè altorum convexa, aut concava ſuperficies, ſe habet ut circumferentiæ circulorum, qui baſes ſunt cylindrorum. At verò ſoliditas ſeu capacitas cylindrorum ſe habet, ut circuli qui ſunt baſes eorum; hoc eſt (*per* 2. 12.) in duplicata ratione



diametrorum. Sint enim duo tubi quorum diametri baſium AB, CD; ſitque CD dupla diametri AB, erit conſequenter circumferentia circuli CD, dupla circumferentiæ circuli AB. Quia autem ſuperficies cylindri æqualis eſt rectangulo comprehenſo, ſub ejus altitudine & circumferentia circuli qui baſis eſt ejus, cum altitudo ſit eadem (*per* 1.6.) erit ſuperficies, cylindri CD, dupla ſuperficiei AB: aër autem incluſus in cylindro CD, quadruplus eſt aëris incluſi in cylindro AB. Nam *per* 11. 12.) cylindri æque alti ſunt ut baſes, baſis autem CD, (*per* 2. 12.) eſt in duplicatâ ratione diametri CD ad diametrum AB, igitur quadrupla eſt. Ponamus ergo aërem tubi AB conſtare 1000 punctis phyſicis, aër tubi CD conſtabit 4000 punctis phyſicis: adhæreant ſuperficiei concavæ cylindri AB 100 puncta, adhærebunt ſuperficiei cylindri CD ducenta. Sed non eſt eadem ratio ducentorum ad 4000, quæ centum ad mille: igitur plus poterunt centum puncta adhærentia ſuperficiei AB ad retardandam preſſionem mille punctorum, quàm adhæſio ducentorum ad retardandam preſſionem quatuor millium punctorum. Nam centum eſt decima pars millenarij numeri, & ducenta ſunt tantum vigeſima pars quatuor millium.

COROLLARIUM I.

Sequitur primò, quòd in longiori tubo altiùs aſcendet aqua, eò quòd retardetur gravitatio plurium partium. Cum enim ſit major ſuperficie longioris cylindri, erit etiam retardatio gravitationis plurium partium aëris. Non tamen aſcenſus ſequetur præcisè rationem longitudinum cylindrorum. Quia licet proportionaliter ad longitudinem tuborum retardentur plures aut pauciores partes aëris, quia tamen non retardatur proportionaliter preſſio totius aëris extra tubum poſiti, ideo hic aſcenſus non ſequitur hanc proportionem.

COROLLARIUM II.

Sequitur item ad quamcumque altitudinem aërem aſcendere poſſe, ſi modò per quaſcumque anguſtias aqua intromitti poſſit. Poſſet enim tam anguſtus eſſe tubus, ut aëris preſſio per illum tubum impediretur, & in eo caſu ad quamcumque altitudinem aſcenderet.

COROLLARIUM III.

Hoc principio explicantur multa, quæ ad attractionem communiter revocantur. Ita ſpongia ſi aquam tangat, eâ impletur; aëris enim in poris exiſtentis gravitatione retardata, neceſſariò aëris in aquam vaſe contentam liberè gravitantis preſſio prævalet, & eam in poros, & quaſi tubulos ſpongiæ propellit.

Idem dico de pane, de arena, cineribus; hinc elicitur ratio cur ſi tubus impleatur arenâ, non aſcendet aqua æquè, ac aſcendit per cineres: quia cum cineres ſint minutiores, minutiora etiam habent intervalla intercepta, unde habent rationem minutioris tubi. Pariter tela exſiccat, & extergit digitos, quia aër externus partes aquæ, introducit. Atque hoc modo facilè explicantur multa quæ virtuti tractrici inexplicabili tribuuntur. Poteſt autem multis rationibus rejici hujuſmodi virtus attractiva. Primò quia pleraque ex iis quæ videntur aquam exſugere ſunt ſicciſſima. Videmus autem in aliis experimentis aquam refugere ſiccitatem, non igitur corpora ſicca poſſunt aquam attrahere. Secundò ea quæ per virtutem attractivam connectuntur, ita cohærent ut ex iis fiat unum corpus grave, ita magnes ſi ſtaterâ examinetur, deprehenditur eſſe ponderoſior, dum illi adhæret ferrum; ſed canaliculus in aqua tantiſper immerſus, ſi ſtatera examinetur, non ita adhærentem habet ſibi aquam; ut propterea fiat gravior, igitur aqua non aſcendit, propter aliquam virtutem attractivam affinem magneticæ, aut electricæ.

COROLLARIUM IV.

Ex eo ſequitur aquam in canaliculo debere potiùs ſupremam ſuperficiem cavam, quam planam, aut gibboſam, & protuberantem habere; cum enim non tam impediatur gravitatio aëris in medio tubo, quàm in extremitatibus; cum dixerimus ideò tantùm impediri, quòd aëris particulæ ſuperficiei adhærerent; ſequitur quòd magis propellitur deorſum in medio tubo, quàm in extremitatibus. Ideoque cava eſt ſuperficies. In vaſe autem ſatis magno, pleno uſque ad ſuprema labra, aquæ ſuperficies ſe accommodat ſuperficiei ſphæricæ, cujus centrum eſt centrum terræ, immò nonnunquam protuberat aqua, ſi labra ſint ſicca; quia non poteſt facilè aqua ſe inſinuare per ſalebras, & inæqualitates in vaſe exiſtentes. Cum propter tenacitatem aliquam partes nonnihil cohæreant propterea

Digitized by Google

pterea melius aſcendit aqua in caniculo madefacto. Ita videmus guttas aquæ in ſublimi pendere, gravitate guttæ non potente tenacitatem illam vincere; addo & quod guttula aquæ multam habet ſuperficiem reſpective ad pondus ut explicuimus ſuprà.

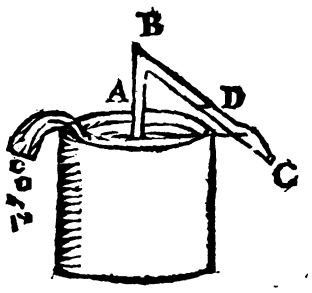
Ad hanc aëris gravitationem multa alia revocantur quæ non ſunt hujus loci. Ut quòd duæ guttæ aquæ ubi ſe attigerint in unam guttam coaleſcant: cùm enim ex contactu impediatur aëris gravitatio in eam partem, cæteris ab aëre compreſſis undique, neceſſariò in unam conveniunt. Pendet gutta ex ligno quia ex parte qua lignum attingit non gravitat aër, ſi autem feſtuca ab inferiori parte eam attingas, quia impeditur à feſtuca ea parte aëris gravitatio; illa ſequitur. Experti ſunt nonnulli in mercurio contrarium evenire, nempe in minori tubulo, mercurium non aſcendere ad eam altitudinem, quam habet in majori tubo, aut in vaſe. Dicendum eſt id provenire ex difficiliori diviſibilitate ipſius mercurij, qui per tantas anguſtias non niſi difficulter intromitti poſſit.

PROPOSITIO XII.

Problema.

Aſcenſus aquæ ſupra libellam, in minutioribus tubis nihil confert ad motum perpetuum.

Quia ex ſuperiùs propoſitâ experientiâ, poſſet non nemini in mentem venire, motum perpetuum facilem eſſe; ſi enim in minutioribus tubis aqua aſcendit ſupra libellam, alterius aquæ, in majori vaſe contentæ, excipiatur illa aqua ubi ex minori tubulo effluxerit; & quia invenitur altior ſuperficie alterius aquæ, poterit proprio pondere ad illam ferri, atque in aqua majoris vaſis, per tubulum altius effertur, & proprio pondere ad fontem ſuum regreditur. Hæc inquam cogitatio legitima videri poſſet, aſſero tamen ex eo capite nihil confici. Eſto enim in aquam tubulo contentam, non poſſit omnem ſuam gravitationem aër exercere, ob tubuli anguſtias, & adhæſionem partium, ubi verò ad os tubuli pervenerit aqua, totus aër in eam liberè gravitabit, impedietque quominus egrediatur, aut effluat. Cum enim ſi ſpectentur aquæ, ſolæ illæ ſint in æquilibrio ubi ad libellam diſpoſitæ ſunt, cogaturque aſcendere nonnihil aqua ob inæqualem aëris preſſionem, ubi ceſſabit ejuſmodi inæqualitas omnem motum ceſſare neceſſe eſt: ſed dum aqua ad os tubuli pervenerit, invenitur æqualitas preſſionis ab aëre factæ. Immò nunquam aqua per tubulum aſcendens ſupra libellam, ad os ejus perveniet; ita vidimus in longiori tubo altius aſcendere, ſi verò decurtetur, quia major fit gravitatio aëris, aqua minus aſcendit. Unde tubulus ut ita dicam aquam exſugit, nunquam tamen illam reddere poteſt. Sic neque aqua per arenam, aut per cineres aſcendens poteſt diffluere, niſi in loco infra libellam aquæ poſito. Neque etiam per pannum, hoc eſt ſi immergatur pannus aquæ; madefiet quidem ad aliquos digitos, nunquam tamen aqua effluet niſi pannus deſcendat infra ſuperficiem aquæ. Ita licèt aqua in tubulo poſſit aſcendere uſque ad B, nunquam tamen fluet niſi tubulus perveniat in punctum C, infra ſuperficiem aquæ in oppoſito vaſe contentæ. Ratio eſt quia ſi defectus preſſionis aëris eam impellit uſque ad B, ſi tubus perveniat uſque ad D



poterit preſſio aëris libera eam impedire, quo minus decidat, & ſuperare gravitatem aquæ BD, Si verò perveniat in C cum æqualis ſit preſſio aëris in vaſe A, & in puncto C, illæ erunt in æquilibrio; ſed aqua BC ex ſuppoſitione ſuperat aquam AB; ergo prævalebit.

Hæc neceſſariò præmittenda fuerunt, ut fontium cauſas expenderem; cum enim illi ad aquarum æquilibrium revocentur, explicandum priùs erat, quomodo intelligendum eſſet illud æquilibrium.

PROPOSITIO XIII.

Theorema.

De fontium origine.

Hic ex profeſſo fontium cauſas expendere non debeo, ſed tantum eas examinare, quæ ad matheſin ſpectant. Unde referam aliquas de ea re ſententias iiſque tantùm immorabor, quæ hujus ſcientiæ peculiares erunt. Ut autem verus, & germanus quæſtionis ſenſus intelligatur, quæritur quomodo aqua ad ora fontium perveniat & inde profluat.

Nonnulli ex ſolis pluviis fontes generari exiſtimant, cui opinioni multa ſunt quæ favent. Primò quod in locis in quibus infrequentes ſunt pluviæ, rariſſimi ſint fontes, ut in Ægypto & Peruviana regione. Secundò quod mirum in modum pluviis & nivibus augeantur fontes. Tertiò quòd vix ullus ſit fons, qui non areſcat, deficientibus pluviis, aut ſaltem mirum in modum non decreſcat æſtivo calore. A multis rejicitur hæc opinio; neſcio tamen an ſatis benè. Quod enim aſſerunt non ultra decem pedes terram humectari pluviis, nihil efficit: ſi enim licèt terra non humectetur niſi ad decem pedes, hoc non impedit quo minus augeantur fontes ex pluviis; igitur terræ ſoliditas non impedit, quo minùs aquæ pluviæ ad ora fontium perveniant. Exiſtimo igitur maximas eſſe, in montibus præcipuè cavitates, quæ ad modum ciſternarum, aquis pluviis, per rupium commiſſuras, & hiatus frequentes ſeſe inſinuantibus repleantur: quarum ora quia non ſatis aperta ſunt, aquam ad futuram uſque pluviam diſpenſent, & ſuppeditent. Hoc clariſſimum eſt in Alpibus in quibus quotieſcumque accidit ut rupium commiſſuræ omnes versùs unam partem deſcendendo ferantur, ibi ſunt frequentes fontes, in oppoſita verò parte nulli. Faciliùs autem aqua per ſaxorum commiſſuras ſeſe inſinuat, quam per terram faciliuſque decurrit. Neque mirum videri debet tantam ex pluviis colligi poſſe aquarum copiam quæ fluminibus ſufficiat:

Digitized by Google

ficiat : ſi enim ſola pluvia quæ in tectum alicujus domus incidit, colligatur, ciſternam efficit, quæ in totum annum in uſus domeſticos ſufficiat; quid mirum ſi aqua quæ in tot montes depluit, unum aut alterum fluvium efficiat. Alpes Rhodanum tantum quatuor aut quinque minoribus fluviis, Padum pariter aliquibus augent. Eſſe autem concavitates maximas in montibus clariſſimum eſt: qui enim ad metalla educenda rupes excavant, nonnunquam lacus integros deprehendunt. Meo quidem judicio exiſtimo pleroſque fontes ex pluviis generari, cum plerique deficientibus pluviis areſcant; nullique ſint fontes currentes intelligo, in ſupremis montium jugis, niſi alius mons altior ſit vicinus.

Alia opinio Ariſtoteli communiter tribuitur, qui aſſerit ſicut ex aëre in media regione, ob frigus condenſato generatur aqua, & in pluvias reſolvitur, ita etiam in rupibus, & cavernis terræ, poſſe aërem in aquam converti, cautibus adhærere, & per foramina quaſi per Alembicum defluere. Quæ opinio explicanda eſt; vix enim modò admittitur à quoquam aërem in aquam converti, ob inſtans frigus. Eò quòd non videatur ſufficiens cauſa productiva aquæ; deinde eò quòd tempore hyemali ferè tota aëris regio vicina terræ, in aquas mutaretur, & propter multas alias rationes hujuſmodi. Dicendum igitur eſt vaporem qui ſubſtantialiter adhuc aquæ naturam habet, frigefactum rurſus naturalem denſitatem induere, & qui priùs aëre in ſpecie levior erat, fieri graviorem. Cùm enim intra terram aqua lateat, & in ſubterraneis locis calor quo attenuetur, & aſcendat, adſit & cauſa frigefactiva, nempe cautes, & rupes quæ ſe habent quaſi Alembici opercula; non videtur aliquid deeſſe ad hujuſmodi converſionem. Accedunt multa quæ id ſuadeant: nam in montibus ut plurimum ſunt fontes, neque ullum invenies alicujus nominis fluvium qui ex montibus originem non ducat, planities quidem puteos, fontes autem vix habent. Nonnulli ubi aquæ copiam ingentem in fluvii alicujus alveo vident, incredibile exiſtimant fieri poſſe, ut ex cautibus quaſi ex Alembicis profluat, qui tamen ex montibus ita magnis vix unum aut alterum rivum profluere viderit, facilè in tam vaſtis cautibus poſſe eum formari crediderit.

Quamvis hic modus explicandi à veritate non ſit alienus; non ſolvit tamen difficultatem. Eſto enim poſſint cautes innato frigore, vaporem in guttas aquæ convertere, unde tamen tanta vaporum copia, quæ tot perennibus rivulis, & fontibus ſufficiat. Quare exiſtimo originem fontium eſſe mare, id etiam aſſerente ſcripturâ, nempe omnia flumina in mare ſe exonerare, mare tamen non redundare: quia aquæ ad ora fontium feruntur, ut rurſus fluant. Quare nobis examinandum reſtat quomodo aqua ex mari ad fontium ora perveniat, principium enim motûs, quo fontes, & flumina in mare præcipitantur eſt gravitas, cum depreſſior ſit ſuperficies maris fontium origine. Voluerunt quidem aliqui ſuperficiem maris altiorem eſſe, ſed male alioquin deberet per fluminum oſtia in terras influere, non autem flumina in mare. Si ergo ſuperficies maris depreſſior eſt ſuperficie fluminum, & ſuperficies fluminum humilior origine fontium, neceſſariò etiam dicendum eſt fontes altiores eſſe ſuperficie maris, & hoc mihi demonſtratum eſt: cum nunquam aqua in libero aëre fluat, niſi ut locum humiliorem petat, ſed aqua fluit ex fontibus in mare; ergo fontes altiores ſunt.

Voluerunt nonnulli mare alicubi eſſe altius ſuperficie terræ. Sed quæro quomodo maris illius aquæ, non influant in alia maria eorumque ſuperficiem attollant. Neque enim minùs hoc ridiculum viſum eſt, quam ſi aſſererem in aliqua parte vaſis ejuſdem, aut plurimorum invicem communicantium, aquam altiorem eſſe, quod ſupra impoſſibile eſſe aſſeruimus. Reſtat igitur quæſtio quomodo aqua ex mari, humiliori nempe loco, ad ora fontium deferatur.

Aſſero igitur etiam datis quibuſcumque canalibus, & ſubterraneis cuniculis aquam non poſſe vi æquilibrii ad montium juga aſcendere. Nam mare ſi cum canali comparetur ſe habet per modum vaſis communicantis, ſed ut vidimus (*in prima hujus*,) una libra aquæ eſt in æquilibrio cum aqua cujuſlibet vaſis, ſi ad eandem lineam horizontalem pervenerint; ergo ex eo capite nihil ſubſidii haberi poteſt ad fontium originem explicandam. Accedit quod dum per æquilibrium aqua aſcendit, debeant canales, & tubi non eſſe interrupti, priùs enim omnis obvia capacitas repleretur, quàm aqua aſcenderet, ſubterranei autem ſpecus, quam pluribus locis interrumpuntur, priuſquam ad fontium ora perveniant.

Alia via, quâ poſſet ſimplex æquilibrium explicari, eſſet per vaſa liquorum heterogeneorum. Cum enim aqua maris occulto itinere terras ſubeat, & in tranſitu per multiplices anfractus per arenas, & argillam percolata ſalſedinem deponat, & amaritudinem; mare autem ſuam ſalſedinem retineat, erunt quaſi duo vaſa communicantia diverſorum liquorum, & cum gravitas aquæ ſalſæ major ſit gravitate ſpecifica aquæ dulcis; erit (*per 9. hujus*) ut gravitas ſpecifica aquæ maris ad gravitatem ſpecificam aquæ dulcis, ita reciprocè altitudo aquæ dulcis ad altitudinem aquæ maris; igitur poterit aqua ad majorem altitudinem aſcendere quàm ſit maris ſuperficies.

Expendendum eſt quam ſit diſpar gravitas aquæ ſalſæ à gravitate aquæ dulcis, quam quidem expertus non ſum: crediderim tamen non differre vigeſimâ parte, vidi in aliquibus autoribus differre tantum quinquageſimâ ſexta parte. Ponamus item maris altitudinem eſſe unius leucæ, quod non crediderim; igitur poterit vi iſtius principii aqua dulcis tantum aſcendere ſupra maris ſuperficiem vigeſima parte unius leucæ, conſtat autem dari fontes quorum origo à ſuperficie maris ſit altior unâ Leucâ, igitur hoc principio explicari non poteſt aſcenſus aquæ in fontibus ſupra maris ſuperficiem.

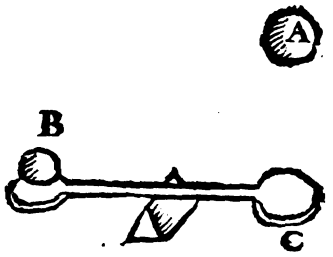
Tertius modus erit ſi impetum advocemus, cum enim mare incrementa idemtidem habeat, ita ut aut nativa ſpirituum in aquis deliteſcentium vi, in ſublime attollatur, aut luna æſtum & intumeſcentiam in ea producat, ubi ejuſmodi montes devolvuntur, & detumeſcunt, ingenti impetu aquas ad littora, & terræ hiatus, & cuniculos impellunt, immò ad montium uſque juga attollunt, cumque illi æſtus ſint ferè continui, inde illa in fontibus perennitas. Hæc ratio explicandi, multis confirmari poſſet ut ex ſcyllâ, & charybdi: ſunt enim hiatus immanes, aquarum vim ingentem abſorbentes. Secundò videmus ſæpè, etiam in aperto aëre, ventorum vi illiſum ad cautes & ſaxa fluctum, in altum ſeſe efferre ad multas exapedas, multò magis, aqua intra ſubterraneos meatus

Digitized by Google

tus contenta, vi impulsa, efferetur in altum.

Ut examinetur hic modus, duo sunt consideranda, quænam sit maris intumescentia, quæ detumescendo tanta vi aquam propellat. Certissimum autem est in æstibus maximis maris tumorem ad aliquas tantum orgias, quinque aut sex pervenire, unde cum aqua quomodocumque præcipitetur, non possit ascendere, nisi quantum descendit; non adhuc vi illius impetus, poterit efferri ultra altitudinem maximæ intumescentiæ maris in æstibus.

Secundùm quod perpendendum nobis est, an multa aqua præcipitata possit exiguam aquæ copiam altius efferre, quam sit locus unde præcipitatur: verbi gratiâ, an torrens ex altissima rupe præceps, attollere possit in tubo aliquo aquam ad majorem altitudinem, quàm ipse ruat. Sicut



enim si magnus globus incidens in vectem C, potest minorem globum B ad majorem altitudinem elevare, quam ipse ceciderit; ita etiam videtur ingens mons detumescendo præcipitatus, longiùs posse per canalem subterraneum aquas amandare, & supra libellam attollere.

Invenio tamen maximam liquida inter, & solida differentiam, quod solida tota simul ferantur, at verò liquida non item. Dum enim mons aquæ detumescendo ad littus propellitur, ejusque aliqua pars in subterraneum meatum incurrit, non totus in aquam meatu contentam vim suam exerit; sed major pars in littora illiditur, quare ex eo capite non majorem concipiet impetum aqua, quàm si illa sola pars quæ ostia subterranei cuniculi nanciscitur, ex ea altitudine decideret. Addo ulteriùs quod ut salsedinem deponat aqua, debet per angustias & arenulas percolari, in quas impingendo totum conceptum impetum amittet.

Quartus modus erit si admittamus ex mari aquam in plurima telluris loca emanare, nam fontes prope mare, & putei salsi sunt, etiam ad plurimas leucas aqua salsiuscula est, & in insulis putei salsi sunt, minùs tamen quam mare. Posset addi quod in omnibus ferè regionibus fontes salsi reperiantur; quotiescumque enim subterranei meatus sunt laxiores, aqua non deponit suam salsedinem. Crediderim tamen fontes salsos immediatè ex mari non procedere, cum inveniantur in montibus; sed ut plurimum aquam salsam esse profundiorem, quæ halitu suo terram impositam inficiat, eique salsedinem communicet, fons autem alius in superiori terræ tractu terram hac salsedine imbutam pervadens, eandem salsedinem contrahat. Igitur non existimo debere ullam legitimam difficultatem illi fieri qui asserat, ex mari per cavernas, & subterraneos specus aquam totam ferè terram pervadere, modò asserat aquæ sic ex mari deductæ superficiem humiliorem esse superficie maris; unde restat adhuc difficultas quomodo, ex tam depresso loco ad montium cacumina deferatur.

Posset aliquis comminisci, quod terra spongiosa sit, sicut ergo accidit dum spongiæ extremitatem aquæ immergimus, ut aqua ascendat, totamque pervadat, aut etiam trans arenam, aut cineres in sublime evehatur, ita etiam in hoc casu dici posset, per secretos meatus, & capillares tubos aquam ex inferiori loco, ad terræ superficiē, immò & ad supremos montes ascendere. Sed hic modus rejicitur ex iis quæ superiori propositione diximus, nempe dato quòd aqua per rimas à pressione aëris in sublime efferretur, ille tamen modus inutilis esset ad fontes generandos: quia ubi ad ora syphunculorum perveniisset aqua, pressio aëris ejus egressum inhiberet, ut supra demonstravimus.

Solus restat modus jam supra indicatus, nempe calor. Sicut enim subterranei ignes, & terra calida est, ut experiuntur qui ad aliquas orgias montes perfodiunt, ut metalla eruant; sæviente enim hyeme teporem aliquem experiuntur, igitur non minùs calor terræ inhærens potest aquam rarefacere, quàm solis calor, quod jam supra explicui.

Difficultatem facit aliquibus tanta aquarum copia, quæ ex fontibus in flumina derivatur; volunt etenim aquam fluviorum intra annum fluentem globum multò majorem terrestri efficere, quod asserere videtur Aristoteles. Ego verò subductis calculis, rem aliter se habere deprehendo. Sumamus Rhodanum, ejusque profunditatem inquiramus, quam ponamus esse in aliquibus locis triginta pedum, latitudo alvei, sit trecentorum pedum; certum autem est propè ripas non esse tantam profunditatem. Navigetur sine remis, aut ventis; sed tantum animadvertatur via quam conficit aqua intra horas 24; prope mare non erit quindecim leucarum; dico ergo si fieret fossa trecenties sexagesies sexies major alveo Rodani, quæ lacum mediocrem non excederet, & quæ nihil esset comparatione Orbis terreni, hæc inquam fossa, totam aquam intra annum præterlabentem contineret.

Omnibus tamen pensatis, licèt forsitan impossibile non negarim, fontes ex mari per subterraneos meatus, & per rarefactionem fieri posse, existimo tamen ferè omnes fontes ex aquis pluviis, in montium receptaculis collectis generari: cum vix assignari possit fons aliquis qui ex pluviis non accrescat, & plerique deficientibus arescant. Sæpè tamen accidit ut longiùs, ab origine denuo oriantur: dum enim flumina terras præterlabuntur, insinuant se in montium rimas, & sæpe non ita præcipitem alveum nanciscuntur, quam flumina ex quibus oriuntur, ita ut post aliquas leucas longè altius oriantur, quam sit fluvii alveus; ita dum aquam ad pistrina ex fluviis deducimus, sæpe post centum passus, dum ejus alveum altiorem conservamus, casum notabilem aquæ tribuimus. Miramur quidem nonnunquam fontes copiosos, nec inducere in animum possumus tantam aquæ copiam ex pluviis colligi posse; sed sæpe accidit ut per subterraneos alveos, in unum colligatur pluvia, quæ in montibus variis ad vigenti leucas depluit.

PROPOSITIO XIV.

Problema.

Fontem naturalem construere.

Sit aliquis cui sint quam plurima terræ inuti-

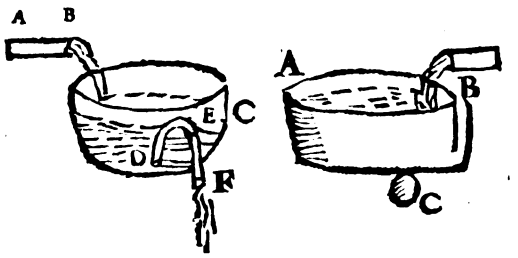
lis jugera, in loco præcipuè elevato, ut in colle, fiat fossa ingens ex qua terra egeratur, fiantque in gyrum aggeres, ut aquam continere possint, hæc fossa sit pluribus locis, variis meatibus & cuniculis ex lapide impolito permeabilis, quo plures erunt eo meliùs; immò poterunt meatus alii aliis imponi, omnes tamen in unum colligantur, in quo erit foramen mediocre; desuper silicibus, calculis & ad duos aut tres pedes glarea operiatur hæc fossa, si autem fieri possit etiam ad illam aliunde derivetur aqua pluvia. Dico constructum esse fontem perennem quidem, si tantæ sit capacitatis, ut possit aquam ab una pluvia ad aliam per foramen subministrare: si verò perennis non sit, poterit esse utilis domesticis usibus, ita ut laxato tantum epistomio aqua decurrat.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

Fons Altacombanus, & fons Puigrossensis statis tantùm vicibus decurrentes.

Non refero hîc quàm plurimos fontes, qui per intervalla tantum fluunt; nam in locis maritimis, facilè id maris æstui tribui posset, præcipuè verò, si in loco humiliori inveniantur, ad quem maris aqua, dum intumescit perveniat. Unum tamen moneo vix esse inquirendam fontium, hoc modo mirabilium causam, nisi ab iis qui fuerunt oculati testes, tot enim mendacia in hoc genere referuntur, & tot circumstantiæ à vero alienæ, ut res alioquin facilis sæpe intricetur. Duos hîc habemus fontes quos vocant mirabiles, unum prope Abbatiam Cistercienſium, quam Altacombam dicimus, distantem Camberio quatuor circiter Leucis. Hic fons non semper fluit, nec singulis diebus; dum enim est aridior anni tempestas, omnino deficit; ita plurimi ad aliquos dies, eius fluxum expectarunt, nec tamen viderunt. Aliquando intra horam duodecies fluit, ut semel experti sumus, interea dum pranderemus, undecies aquam dedit. Ex hac irregularitate emanavit hoc proverbium, ut dicatur nunquam fluere coram illegitimis, & spuriis. In eo nihil aliud notatu dignum animadverti, vices enim ut plurimùm eodem die sunt æquales, & æqualia tempora. Quæritur hujus rei ratio. Scio nonnullos ad æstum maris recurrisse, sed malè, distat enim Camberium à mari sexaginta leucis, & hic fons in lacum Burgeti, lacus in Rhodanum, Rhodanus in mare Mediterraneum præcipiti cursu influit, qui maximam hujus fontis supra maris superficiem denotat altitudinem. Multò minus ad fluctus maris, qui haud dubiè crebriores sunt, & non duodecies intra horam, sed plusquam centies intercurrunt. Idem dico de aliis intra montis vicini viscera lacum comminiscentibus, quem cùm aura agitaret, exundare cogeret, sed crebriores essent vices. Assignabo igitur causam facilem, & ex nostris principiis pendentem, immò quæ talis sit, ut fontem quemcumque continuum, in alternum fontem mutare possit. Primus modus hic erit. Sit AB fons continuò fluens in cavitatem E C, quæ aquam continere possit, in ea autem sit syphunculus incurvus DEF, nempe foramen in rupe fortuito casu repertum, quod à fundo cavitatis sursum ascendat in E, descendat autem in F, ita ut crus EF sit longius crure DE; item foramen aut tubus D E F sit capacior tubo AB, possitque majorem copiam aquæ exhaurire,



quàm defluat per AB, dico fontem continuum AB mutatum esse in alternum.

Cum enim aqua replebit capacitatem BC, nihil effluet, sed augebitur aqua in tubo DE, donec perveniat in E; tunc enim aqua præcipitabitur in F, & quia aër incumbit & gravitat in aquam cavitate BC contentam, & per illam gravitat in aquam tubo DE comprehensam, gravitat item in aquam E F. Aqua autem in E F ponderosior est aqua D E, saltem majus momentum habet, quia ex suppositione major est eius altitudo; quantum autem est momentum aquæ A B, tantùm retardatur gravitatio aëris ex parte F, sicut quantum est momentum aquæ DE, tantum de momento aëris gravitantis in aquam DE perit; majus igitur erit momentum aëris gravitantis in DE quàm gravitantis in EF. Igitur aër gravitans in DE, vincet & attollet aquã, cogetque ad egressum. Et quia ex suppositione, tubus DEF major supponitur tubo AB, & plus aquæ exhaurire potest quàm possit tubus AB subministrare, ideo minuetur aqua & tandem exhaurietur tota, & tubum DEF aër subintrabit per orificium D, tunc cessabit aqua, expectandumque erit donec rursus in cavitate B C aqua perveniat in E; tunc rursus fluere incipiet, & sic statis vicibus fluet. Sequitur quod si aqua per unum aut alterum diem æqualiter subministretur per AB, æqualia etiam erunt intervalla: si verò minor copia subministratur sint longiora; si nulla, nulla etiam fluat per F; si abundantior sit in AB, & tanta quanta, per F, effluit, tunc nullæ sint vices & continuetur fluxus aquæ. In Altacombano fonte nullam irregularitatem animadverti, nec audivi quæ me cogerent quid aliud comminiſci.

Alii verò rem aliter explicant, supponunt enim ingentem aliquem lapidem & vacuum, fortuito casu, ob subjectum alium lapidem tanquam hypomoclion, ita potuisse in æquilibrio poni, ut vacuus staret rectus, plenus autem inclinaretur. Sit enim talis lapis AB, sustentatus in puncto C, ita tamen ut major pars cavitatis vergeret ad punctum A. Licèt dum vacuus esset nonnihil præponderaret pars eius B, quia tamen dum aquâ impletur major pars aquæ vergit ad partes A, ideò potest pondus aquæ præponderare, & tunc inclinabitur, & aquam effundet: effusâ aquâ rursus pars eius B præponderabit, eritque expectandum donec denuò impleatur aquâ. Ita videbimus in machinis hydraulicis vasa culminantia.

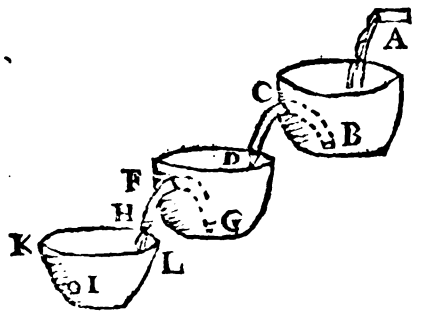
Quamvis hunc modum possibilem absolutè judicem; improbabile tamen videtur intra rupem fortuito casu ita dispositum esse lapidem in æquilibrio, ut id præstare possit, cum opus sit artificio satis exquisito ad id consequendum.

Notatæ sunt aliæ irregularitates in fonte Puisgrossensi distante Camberio duobus circiter milliaribus prope pagum cui nomen *Puisgros*. Non enim tantùm per intervalla decurrit, sed cum semel cœpit,

Digitized by Google

pit, aliquando decies aliquando vigesies fluit, ita ut inter utrumque fluxum vix sufficiat tempus necessarium ad eius cavitatem exhauriendam. Non enim tantùm per superiora labra aquam effundit; sed etiam videtur aquam resorbere, ideo quia inferiori cavitatis parte meatum habet ingentem; sed plenũ arena, per quem sensim tota effluit aqua. Eum fontem adivi bis, aut ter, singulisque vicibus per unam aut alteram horam sum commoratus, nullum tamen ejus fluxum vidi. Anno præterito circa æquinoctium vernum eum adivere duodecim ex nostris, qui per totum diem ibi versati sunt, bis tantum venit nempe circa decimam, & circa tertiam horam, fluxitque, circa decimam vigesies intra semihoram, ita ut fluxus se invicem exciperent, nec daretur tempus totam concham exhauriendi. Circa tertiam videntur non tot fluxus fuisse; hæc irregularitas difficultatem auget. Neque enim simpliciter est fons alternus, sed in singulis vicibus animadvertitur aliqua reciprocatio, quâ aqua in eius cavitate augetur & minuitur, immò dum ultimò resorbetur aqua, non sine murmure quasi intercepto aëre recedit.

Pensatis omnibus id duobus modis fieri posse existimo. Primò si duplex syphunculus incurvus supra descriptus adhibeatur, nempe sint duæ cavitates instructæ suis syphunculis, prima quidem capacior, quæ verbi gratiâ quater aut quinquies in die fluat singulis vicibus per semihoram. Alia verò paulò minor in qua ad syphunculi fluxum, aqua intra duo aut tria minuta perveniat. Sic enim fons perennis A cujus aqua continentur defluat in cavi-



tatem A B C, impendatque quinque verbi gratia horas ut eam impleat, perveniatque ad fluxuram C, tum per syphonem BCD aqua exhauriatur intra semihoram. Sitque alia concavitas inferior FG, quæ impleatur intra duo minuta, ita ut debeat fluere aqua per foramen D, per tempus duorum minutorum ut perveniat in F; possit tamen tubus GFH aquam exhaurire, hoc est possit plùs aquæ effundere, quàm subministretur tubo BCD. Sit ultimò receptaculum in cujus imo sit foramen I glareâ plenum, per quod aqua effundi quidem possit, sed sensim. Dico quinquies circiter tantum in die aqua apparebit in receptaculo K L, & singulis vicibus septies, aut octies fluet. Nam aqua per foramen D singulis quinis horis fluet per semihoram, cum autem intra duo minuta perveniat aqua ad fluxuram F, ubi fluxerit per duo circiter minuta aqua per H, & exhausta fuerit cavitas FD, sistet aqua per alia duo minuta; dum autem fluit per H cito implet receptaculum KL, immò effunditur supra labra; ubi verò cessat, reliquum aquæ per foramen I occultum sensim elabitur, videturque ebibi aqua, & hoc quamdiu fluet aqua per D, hoc est per semihoram integram.

Alii existimant unicam esse cavitatem, ABC, in quo fluat magno impetu aqua per syphonem BCD, immo præcipitetur ut perveniat ad receptaculum KL, deinde regrediatur, eodem ferè modo quo fluctus maris aut funependulum, & hoc faciat illas alternas vices quæ intra semihoram accidunt. Hæc mihi in mentem venerunt, nec volui causas nisi faciles, & ex mechanicis accersere, remque hoc modo possibilem judico: an verò de facto ita sit, alii judicent.

Antequam ulterius procedamus de aliis fontium effectibus, esset dicendi locus, si isti effectus ad matheſim pertinerent. Et primò quidem de saporibus facilis est solutio; eos enim ex terris, & mineralibus per quorum fodinas transeunt contrahunt. Secundò hyeme calidi ut plurimum, æstate verò sunt frigidiores, quod commune est omnibus locis subterraneis, in quæ hyberno tempore, spiritus calidiores, aut se recipiunt, aut conservantur, quòd à circumstante frigore, ulteriùs progredi, aut propter poros glacie & nivibus obturatos prohibeantur; æstate verò facilè avolent, & aquam, suo nativo frigori se restituere permittant.

Maxima difficultas quam in hac materia patior, est haud dubiè explicatio fontium calidorum, qui simul sulphuris, aut aluminis saporem & odorem habent. Neque enim unquam in animum inducere potui, solas sulphuris, aut aluminis particulas aquæ permixtas posse tantum calorem producere: quare crediderim vere latere ignes subterraneos quibus sæpe rupes integræ calefiant, quas cum aqua præterfluat, tantum calorem concipit. Sunt in Japonia fontes subjectis flammis bulliente aqua calidiores.

Alii frigidissimi & aciduli.

Explicare etiam placet quomodo sint aliqui fontes, qui dum pluit non fluant, ubi verò pluvia resedit jam fluere incipiant. Existimo igitur sæpe dum pluere incipit exsiccatos antea fuisse, atque adeo aquam non dare dum pluit donec pluviam exceperint. Posset item fieri ut si cavitas undique clausa esset, quia nullus potest aër subingredi, poris eius pluviâ obturatis ut aquæ cursus sistatur: ut accidit in multis hujusmodi casibus, ubi verò aqua subsederit, locumque aëri fecerit, ut tunc fluat.

Camarina dicitur vocibus & clamoribus excitari, ob motum scilicet aëris quo commovetur tota aqua, & sæpe fontium ora, priùs clausa aperit.

Sunt nonnulli fontes qui æstate turbentur, eò quòd propter siccitatem summam terra, in pulverem minutum redacta, non satis sit compacta, plurimæque illius partes in aquam decidant.

Alia multa curiosa de fontibus dici possunt; quæ de industriâ ut ab instituto nostro aliena prætereo, ut ad modum deducendi fontes accedam.

PROPOSITIO XVI.

Problema.

Libellatio.

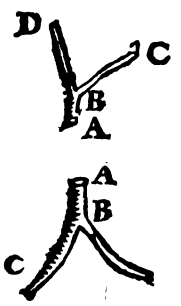
Positis in superioribus propositionibus, principiis universalibus, modò ad praxin descendimus, inquirimusque methodum fontes deducendi. Et primò quidem hic præmittendam censui, methodum fontes inveniendi si latent. Vitruvius libro octavo Architecturæ ita dicit. Si fontes non profluent, quærenda sub terra sunt capita, & colligenda quæ sic erunt experiunda. Antequam sol exortus fuerit, procumbatur in dentes, in locis in quibus erit quærendum, & in terra,

mento collocato, prospiciantur eæ regiones, sic enim non errabit excelsius visus, quàm oporteat, cùm erit immotum mentum, sed ab libratam altitudinem in regionibus certâ finitione designabit. Tunc in quibus locis videbuntur humores se concrispantes, & in aëra surgentes, ibi fodiatur; non enim in sicco loco, hoc signum potest fieri. Vult igitur ut ex vapore se attollente judicium feratur de vena intus latente.

Affert item & alia signa, nempe ex terra; vult enim in creta, sabulone soluto, terra nigra, vix inveniri salubres aquas, in glareâ verò mediocres venas, in sabulone verò masculo, arenâ, & carbunculo certiores; in montium radicibus, in saxis & silicibus uberiores & salubriores esse. Signa autem erunt juncus tenuis, salix erratica, alnus, vitex, arundo, hedera, quæ ali non possunt sine humore: licèt hæc signa infallibilia non sint eò quòd etiam inveniantur in iis locis quæ collectam aquam diu conservant, non sunt tamen negligenda.

Dum verò dubitabitur de aliquo loco peculiari, vult fossam fieri latitudine trium pedum, ad profunditatem pedum quinque, pelvimque aut scaphium oleo priùs inunctum inversum ibi collocari, & arundinibus, palea, immo & terra operiri; si enim postero die in eo guttæ aquæ apparent, signum est latentis aquæ. Item si in eadem fossâ collocetur vas cretaceum non coctum quod humidum apparebit; velluſque si collocatum apparuerit posterò die madidum; ita ut humor exprimi possit, erit pariter signum aquæ copiosæ. Non minùs si lucerna concinnata oleique plena & accensa in eo loco operta, fuerit collocata, & postero die non erit exsucta, sed habuerit reliquias olei & ellychnii, ipsaque humida inveniętur: indicabit locum habere aquam, ideò quod omnis tepor ad se ducit humorem. Item in eo loco ignis si factus fuerit, & percalefacta terra & adusta, vaporem nebulosum ex se suscitaverit, is locus habet aquam. Cum hæc erunt ita pertentata, & quæ supra scripta sunt signa inventa, tum deprimendus est puteus in eo loco, & si caput erit aquæ inventum, plures sunt circa fodiendi, & per specus in unum locum conducendi. Hæc maximè in montibus &c.

Est etiam alia methodus quæ haud dubiè si omnibus succederet esset mirabilis; utuntur enim nonnulli virgâ amygdalinâ, aut coryli, usus est talis. Primò abscinditur ramus coryli bifurcatus qualis est ABCD, ita tamen ut duæ virgæ BD,



BC sint unius anni, truncus verò AB, aut saltem pars illius sit anni prioris. Abscissum hujusmodi ramum, suis exuunt frondibus, deinde utroque pugno inversum tenent, ita tamen ut pars exterior pugni deorsum vergat; hoc est ut duo minimi digiti se respiciant; tum hujusmodi ramum, sic inversum firmiter utroque pugno constrictum tenentes, ambulant in iis locis de quibus est aliquod dubium an aquam latentem habeant. Ubi aquæ latenti imminebunt perpendiculariter; ramus quantumvis firmiter constringatur, invertitur & pars AB deorsum vergit, ita ut extremitates pugnis contentæ torqueantur. Duo sunt quæ me commovent in hujusmodi experimento, primùm quod non omnibus succedat: secundum quod non tantum sit usui ad inveniendas aquas, sed etiam ad metalla. Semel enim pecunias in terra abscondi de industriâ, quæ ab aliquo nobili me præsente ramo coryli inventæ sunt. Fontes autem ita certò inveniebat idem, ut totum fontis cursum in solo notaret. Habebat item alia signa; nam ubi fontem ex ramo coryli deprehenderat, ut erat oculorum acie acutissimâ, erumpentem ex terrâ vaporem distinguebat, & caput fontis statim assignabat. Hoc me sæpe ita perculit ut initio pactum cum dæmone suspicarer; cum tamen nec verba, nec aliquid hujusmodi deprehenderem, & ramus coryli omni tempore, ut fontium index habitus sit, nullum de illo judicium fero, sunt enim tam multa in rerum naturâ, quorum causas ignoramus, ut si propterea ea suspecta haberemus, quod captum nostrum superant, vix pedem movere liceret: sed ad institutum nostrum revertamur; & inventum fontem quò libuerit, si tamen possibile sit deducamus.

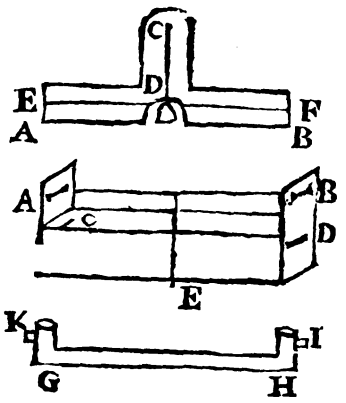
Supra vidimus, & in praxi tanquam principium habetur; aquam non posse ascendere nisi quantùm descendit. Quare quotiescumque agitur de fonte deducendo, necessariò examinandum erit, an locus ad quem derivandus est, sit depressior & humilior; an verò elevatior, capite fontis. Ut autem id examinetur libellatione opus est.

Est autem libellatio descriptio lineæ tangentis terram, aut circulum aliquem terræ concentricum in eo loco in quo versamur. Dixi primò aut circulum terræ concentricum, cum enim non in planitie, tantùm; sed etiam in montibus libellationes instituamus, debemus cogitare per locum in quo libellam statuimus, circulum cujus centrum idem sit cum centro terræ; ad quem circulum ducatur tangens. Addidi in loco in quo sumus, alioquin omnis linea quomodocumque ducta esset linea libellæ. Nam intelligatur duci quæcumque linea quantumlibet inclinata, ad eam ex centro terræ duci potest perpendicularis, & per punctum illud in quo à perpendiculari secatur, describi circulus, terræ concentricus, quare erit hæc linea tangens. Potest etiam definiri linea libellationis ea quæ quantumlibet producatur superficiem terræ non attingat. Terra enim tam vasta est, ut quæ superficiem eius non attingit horizontalis censeri debeat. Quod tamen secundùm mathematicam præcisionem verum non est.

Ad libellationem varia sunt instrumenta. Commune instrumentum duabus regulis constat ad angulum rectum se intersecantibus, ut figura satis indicat: parùm autem interest quomodocumque componatur, modò linea C D sit perpendicularis ad AB. Quò autem erunt longiora brachia eò operatio minus periculosa erit. Debet autem in aliquo puncto lineæ CD, annecti filum valdè tenue, è quo bolis satis gravis dependeat. Si longiores debeant esse libellationes, debet regula AB duobus pinnacidiis instrui, vel in linea AB, vel in aliqua linea illi parallela, perinde est: non describo autem

Digitized by Google

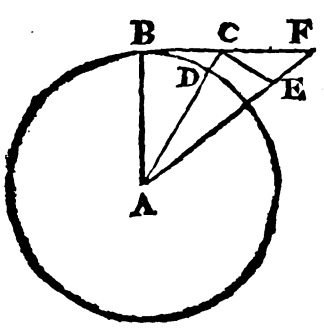
autem pinnacidiorum figuram, cum aliis inſtrumentis ſint communia.



Hoc inſtrumentum libella vocetur. Ne autem fiat inſtrumentorum multiplicatio, certum eſt quodcumque inſtrumẽtum, quod angulum rectum contineat, vices libellæ obire poſſe; ut ſemicirculus, quadrans circuli, ſquadra, compaſſus proportionalis, & alia hujuſmodi, quæ ad angulum rectum accommodari poſſunt; ſi nempe unum eorum latus perpendiculo accommodetur, aliud latus lineam horizontalem, quam præcipuè hîc quærimus, indicabit.

Operæ pretium erit hydraulicis inſtrumentis totum negotium exequi, nec ad alia recurrere: tam enim exactè ſuperficies aquæ, maximo terræ circulo accommodatur, quàm perpendicula, ad terræ centrum diriguntur. Unde nonnulli parallelepipedum oblongum vacuum componunt, ex materia quæ aquam continere poſſit, in cujus extremitatibus ſunt duo pinnacidia A & B, item duo foramina C & D, æqualitet à pinnacidiis vicinis diſtantia; infunditur autem aqua, & ita inclinatur inſtrumentum donec æqualiter per utrumque foramen fluat, tunc ſi per utramque dioptram reſpicias, linea viſualis horizontalis erit. Cum enim ſuperficies aquæ (*per primam hujus*) ſe accommodet maximo terræ circulo, puncta C & D æqualiter à terræ centro diſtabunt; & conſequenter puncta A, & B. Quare divisâ lineâ A B bifariam in E, ſi ex centro terræ ducatur linea E, hæc erit perpendicularis ad AB; omnis autem perpendicularis, ad lineam ductam à centro terræ, horizontalis eſt. Quia verò ſæpè accidit, ut dum apertus eſt canalis ventis, turbetur ſuperficies aquæ; poſſet aliter conſtitui, nempe ſi conſtet canali, utrinque ad angulum rectum efformato ut figura ſatis exhibet, in quo ſint duo foramina KI, per quæ æqualiter aqua exeat, pinnacidia autem æqualiter à foraminibus diſtent.

Aliqua circa libellationes obſervanda ſunt. Pri-



mùm ſi fiat libellatio unica duorum milliariorum, hanc recedere à centro terræ circiter pedes, $3\frac{1}{5}$. Sit enim terræ centrum A, linea BC tangens, ſeu linea libellæ; ſitque arcus BD duorum milliariorum; unum autem milliare, in terra eſt unum minutum, ſunt enim in gradu 20 leucæ, in leuca tria milliaria: ergo ſexaginta milliaria. Ex tabula ſecantium, poſito ſinu toto AB partium 10000000 invenio ſecantem duorum minutorum, ſeu lineam AC eſſe partium 10000002; ſeu lineam DC eſſe partium duarum: Sed AB eſt leucarum 1200 ſeu milliariorum 3600, milliare continet mille paſſus geometricos: erit ergo AB paſſuum geometricorum 3600000; in paſſu geometrico ſunt pedes quinque; quare AB continebit pedes 18000000. Si ergo 10000000 partes dat mihi DC duarum partium, quid dabit 18000000, invenio pedes 3 & $\frac{1}{5}$ unius pedis.

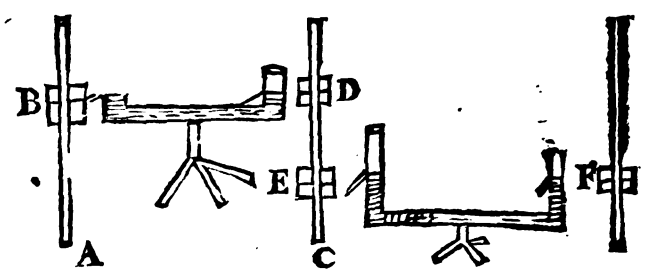
Quare ſi eſſet fons in B, non flueret aqua ex B in C, ſed potiùs ex C in B: minoribus libellationibus id negligi poteſt, in majoribus non item.

Pluribus minoribus libellationibus non tam receditur à centro terræ, quàm unicâ majori, receditur tamen. Sit enim prima libellatio BC, ſecunda libellatio CE, ſit autem unica BF; dico punctum F, magis recedere à centro terræ, quàm punctum E; punctum E tamen magis eſſe remotum, quàm punctum C.

Demonſtratio. In triangulo ABC angulus ABC eſt rectus, nam linea libellæ BC debet eſſe perpendicularis ad lineam AB tendentem ad centrum terræ A: igitur angulus ACB acutus eſt, igitur angulus ACF erit obtuſus. Angulus item ACE rectus eſt, nempe angulus libellæ, ergo minor angulo ACF; linea igitur C F cadet ſupra lineam CE. Item in triangulo ACE, cujus angulus ACE rectus eſt, erit latus AE majus latere AC (*per* 17. 1.) atque ita deinceps oſtendemus ſingulas libellationes recedere à centro terræ.

Ut huic incommodo occurramus, dum majores libellationes inſtituuntur, ne collocetur libella in extremitate, ſed ſi fieri poteſt, æqualiter in medio duorum ſignorum. Ex quo duo conſequeris, primum quòd illa duo ſigna quæ per dioptras videbuntur, æqualiter à terræ centro diſtabunt: ſecundum quòd pauciores erunt neceſſariæ libellationes. Neque enim linea viſualis niſi ad trecentos pedes cum certitudine protenditur: ideo in plurimas libellationes ſexcentorum pedum, ſpatium libellandum dividendum eſt. Uſus autem cætera docebit, oſtendetque quomodo per pinnulas reſpiciendum, & quænam ſint aptiores: videntur autem aptiſſimæ ſi rimulam ſatis latam habeant, & in medio rimulæ filum tenue extenſum; ita autem diriges aciem, ut fila duo ſibi exactè reſpondeant.

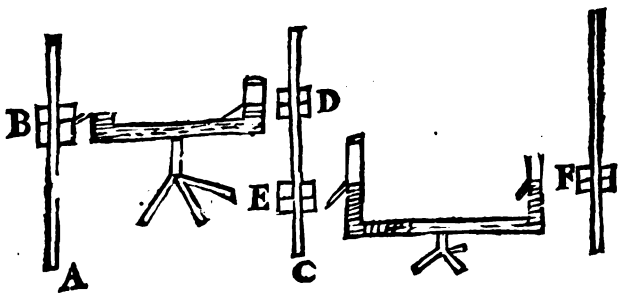
Quia in libellationibus hujuſmodi videtur dif-



ficile & operoſum, ut præcisè tantundem elevetur libella quantum neceſſarium eſt, ut per dioptras ſignum aliquod videatur. Primò eriguntur haſtilia duo, ad magnam diſtantiam; qualia ſunt AB, CD, etiam in pedes & digitos diviſa; tum applicatâ

Digitized by Google

libella in medio ut par eſt, reſpice utrinque duo ſigna, quæ elevabuntur, donec per dioptras vi-



deantur D & B. Tum tranſlatâ libellâ inter alia duo haſtilia, reſpiciantur ſigna E, & F, ſcies ſignum F, eſſe depreſſius, quantum ſignum E, deprimitur infra ſignum D, & ita conſequenter adhibitis pluribus libellationibus idem conſequeris, ſcieſque ſubductis, aut additis differentiis, quantum ultimum ſignum ſit humilius, ſeu vicinius centro terræ quàm primum. Atque hæc videntur ſufficere ad derivandos fontes, quod in præſenti propoſitione requirimus.

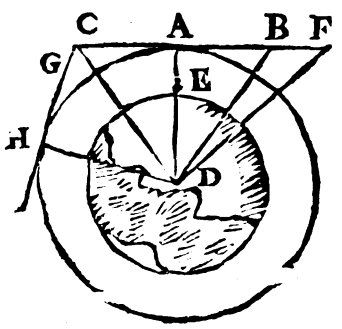
Ut exactior habeatur libellatio nonnulla obſervanda ſunt, res enim lubrica eſt, in qua errores vel minimi, in maximos & intolerabiles excurrunt; maximè ſi libellationes longiores, ad fontium, & fluminum derivationem inſtituantur.

Libellatio igitur nihil eſt aliud quàm inquiſitio, an duo quælibet loca ejuſdem ſint, vel diverſæ altitudinis, hoc eſt æqualiter, vel inæqualiter diſtent à centro terræ: diſtabunt autem æqualiter, ſi in circumferentia ejuſdem circuli, cujus centrum ſit idem, ac terræ, verſentur. Quod manifeſtum eſt ex definitione circuli ex quo ſequitur nullius lineæ rectæ plura quam duo puncta, poſſe eſſe æquè alta, nam circulus lineam rectam in duobus tantum punctis ſecare poteſt.

PROPOSITIO XVII.

In linea horizontali duo puncta æqualiter à puncto contactus, ſeu puncto perpendiculi remota, æquè alta ſunt, inæqualiter remota diverſam habent altitudinem.

Horizontalem voco lineam, eam quæ cum perpendiculo æquales angulos comprehendit, ſive reverâ tangat circulum terræ, hoc eſt circulum æquilibrii terræ ut vocant, ſeu circulum per ſuperficiem quieti maris tranſeuntem, ſive non. Licèt enim horizon propriè phyſicus, ſit planum tangens ſuperficiem terræ, ſuperficies autem terræ, intelligatur ſuperficies quieti maris producta



undique ſphæricè; nihilominus quæcumque linea huic plano parallela, pro horizontali ſumi poteſt, & in hac acceptione ſumetur. Dico ergo in tali linea, puncta æqualiter à perpendiculo diſſita, eſſe æquè alta ſeu æqualiter à centro terræ diſtare. Sit enim talis linea AB, quæ cum perpendiculo AE, angulos æquales contineat, ſeu rectos EAB, EAC, ſintque puncta B & C, æqualiter à perpendiculo A diſtantia, dico puncta B & C æque alta eſſe, ſeu æqualiter à centro terræ diſtare.

Demonſtratio. Cum enim anguli ad A ſint æquales, & latus AD commune, item latera AB, AC, ſupponantur æqualia, (*per* 4.1.) baſes DC, DB, æquales erunt. Si verò accipiatur punctum F, remotius à perpendiculo AE quam punctum B; cum angulus DBF obtuſus ſit, erit latus DF majus latere DB, atque adeò punctum F erit altius puncto B.

COROLLARIUM.

Quæcumque linea per centrum terræ non tranſiens, eſt linea horizontalis pro aliquo loco. Ducatur quæcumque linea GH quomodolibet inclinata, dico illam eſſe horizontalem alicubi: nam ex centro terræ D ad eam ducatur perpendicularis DH, verè in puncto H cum perpendiculo HD angulos rectos efficiet; ſuppono enim omnia perpendicula ad centrum terræ tendere; atque adeò puncta æqualiter hinc inde à puncto H diſtantia æquè alta erunt.

PROPOSITIO XVIII.

Si libella applicetur in uno extremo, majorem in alio extremo altitudinem indicabit.

Hæc propoſitio ſatis per ſe patet ex ſuperiori, ut ſi major inſtituatur libellatio, & libella ponatur in puncto A, ita ut ex A ſecundum libellæ longitudinem reſpiciatur in B; clarum eſt punctum B remotius eſſe à centro terræ quam ſit punctum A. Quantum autem ſit remotius facilè ex ſemidiametro terræ cognita, poſſumus per trigonometriam inveſtigare: eſt enim ex Ricciolio paſſuum Romanorum 4673493, ſeu pedum 23367465; debet autem in digitos 280409580, immo & lineas 3464914960 converti. Si ergo fiat quadratum lineæ AD, cui addatur quadratum lineæ AB, habebitur quadratum lineæ DB, & per extractionem radicis quadratæ habetur ipſa BD, à qua ſi ſubtrahas ſemidiametrum AB, reſtabit exceſſus altitudinis puncti B, ſupra punctum A. Ita ſubductis calculis invenimus ſi libellatio fuerit 100 paſſuum & libella collocetur in uno extremo, defectum eſſe unius lineæ, hoc eſt terminum alterum altiorem eſſe eo in quo collocatur libella una linea. Si libellatio fuerit 200, duabus lineis cum dimidia, ſi trecentorum 5, ſi quadringentorum unius digiti, & unius lineæ, ſi quingentorum unius digiti, & novem linearum, ſi 600 duorum digitorum, & quinque linearum; ſi 700 dig. 3, lin. 1. ſi 800 4 digitorum & 3, ſi 900, 5 digitor. ſi mille paſſuum 6 digit. & duarum linearum.

Ex hac conſequentia à multis libratoribus non animadversâ, emanarunt aliqua axiomata falſa, nempe in ſingula milliaria requiri ſemipedem, ut aqua deducatur; nam ut aqua ſimpliciter fluat, nulla requiritur cadentia; cum ſe accommodet naturaliter ſuperficiei terræ; & æqualiter fundatur, circa centrum terræ. Cum tamen libellationes unius milliarii locum altiorem indicent, & hoc 6 digitis, haud dubiè detrahenda erit hæc altitudo,

Digitized by Google

do, ut aqua possit se accomodare, & hic semipes non est propriè cadentia, sed simpliciter libellationis correctio.

Requiritur tamen vera aliqua cadentia, ut aqua simpliciter fluat, videturque sufficere pes unus, aut alter in singula milliaria.

COROLLARIUM I.

Ex his vides in minoribus libellationibus id negligi posse, ut si fiat libellatio 20, 30 pedum, sive libella in uno extremo ponatur, sive in medio, differentia erit insensibilis. Unde in ordine ad ædificia construenda, aut complananda itinera, in his minutiis examinandis immorandum non erit: in fluviis tamen longiùs abducendis omnis diligentia adhibenda est.

Potest ut primum principium haberi libella, seu punctum perpendiculi in medio duorum signorum collocandum esse si fieri possit.

Si fieri non potest propter voragines, & longior fuerit libellatio, calculi adhibendi erunt.

COROLLARIUM II.

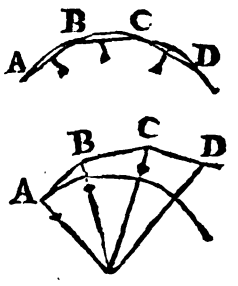
Plures libellationes in quibus libella in uno extremo collocatur, minus abludunt quam unica major. Id in superiori calculo satis animadvertere potes: nam 10 libellationes quarum quælibet 100 passuum, errorem inducent 10, aut undecim linearum; at unica iis omnibus æquivalens errorem habet 6 digitorum, & duarum linearum.

PROPOSITIO XIX.

Theorema.

Dum plures instituuntur libellationes, libellâ in medio signorum collocatâ describitur polygonum terræ concentricum.

Ex superioribus satis constat ad vitandos omnes errores, libellam in medio signorum esse collocandam: intelligo punctum medium libellæ in quo nempe perpendiculum adh bendum est. Instituantur ergo plures libellationes hujusmodi; AB,



BC, CD, sive sint æquales, sive non: dico describi polygonum terræ concentricum, ita ut si ex centro terræ intervallo A, describeretur, circulus is transiret per puncta A, B, C, D.

Demonstratio. (*Per antepenultimam*) lineæ AB, BC, CD, sunt horizontales, & cum perpendicula fuerint adhibita in medio, puncta A & B, æqualiter ab eo distantia, æquè alta erunt: idem dico de punctis B & C, C & D, ergo puncta A, B, C, D, æqualiter à centro terræ distant. Ex eo constat pavimenta ad libellam exacta esse polygona, aut ferè Sphærica.

Si libella in uno semper extremo collocetur; describitur polygonum terræ excentricum, in quo signa ultima sunt altiora prioribus.

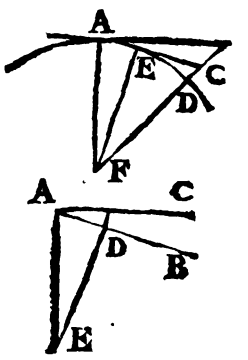
Instituantur libellationes in quibus libella in uno extremo collocetur; verbi gratiâ in puncto A, & collineando secundùm brachium libellæ, videatur punctum B, tum translatâ libellâ in B, videatur punctum D, & ita consequenter: dico describi quidem polygonum, sed terræ excentricum. Nam (*per proantepenultimam*) punctum B altius est puncto A, punctum C altius puncto B, & ita de aliis.

PROPOSITIO XX.

Theorema.

Aqua fluere potest, etiamsi terminus à quo sit infra lineam horizontalem termini ad quem, multò magis si fuerit supra.

Sit terminus ad quem, punctum A, dico etiamsi terminus à quo sit infra A B, lineam horizontalem puncti A, posse tamen fieri ut aqua fluat in A. Nam cum punctum B sit altius quam punctum A, assumatur punctum D æquè altum, ac punctum A; si terminus à quo C fuerit inter B & D, erit tamen altius puncto A. Ergo aqua poterit fluere ex C in A: multò magis si terminus à quo, esset supra lineam horizontalem A B, posset aqua fluere in A. Si tamen duceretur aqua per lineam rectam, cogeretur ascendere; ut si ducatur linea C A, ad quam ex centro terræ F, ducatur perpendicularis F E, aqua ex E in A deberet ascendere.



PROPOSITIO XXI.

Theorema.

Si terminus ad quem fuerit infra lineam horizontalem termini à quo, non semper aqua poterit deduci.

In eadem figura sit fons in puncto A, cujus linea horizontalis AB, sit terminus ad quem, derivanda est aqua in puncto C infra lineam horizontalem A B; dico non semper deduci posse aquam. Quia licèt punctum C videatur sub linea horizontali, poterit tamen esse altius puncto A; ergo non sequitur ex eo quod punctum C sit infra lineam horizontalem, ad illud derivari posse fontem A. Ita si per ostia Nili intelligatur duci linea

linea horizontalis, fons seu origo ejusdem Nili, erit infra hanc lineam, non tamen ad fontem derivari poterit aqua, quia ascenderet.

PROPOSITIO XXII.

Theorema.

Alveus longior, in lineam rectam extensus, ineptus est ad derivandam aquam.

Vide figuram sequentem.

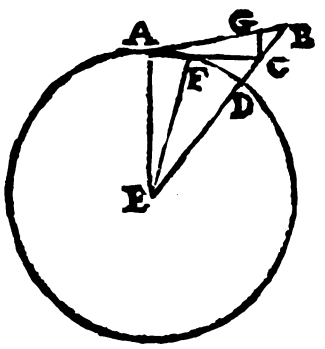
Sit linea AB quantumlibet inclinata ad horizontem AC, dico si longior sit hæc linea, fore ut sit inepta ad derivandam aquam. Ex centro terræ E, ducatur ED perpendicularis ad AB, etiamsi aqua ex A in D descendat, si tamen ulteriùs tendat supra lineam AB, ascendet; ut ex figura satis patet. Ex quo sequitur longiores alveos esse necessariò circulares. Verbi gratia Nilus qui originem ducit ferè ex tropico capricorni, & influit in mare ultra tropicum cancri, habetque in longitudinem 50 aut 60 gradus: dico impossibile esse ut alveus eius sit rectus. Nam deberet saltem convenire cum horizontali linea ostiorum eius; quanta autem altitudo montis requireretur, quæ perveniret ad tangentem anguli sexagesimi, deberet extare mons ille supra superficiem terræ, totâ semidiametro terræ. Intelligenda autem est propositio de aliquo tractu terræ notabili.

PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

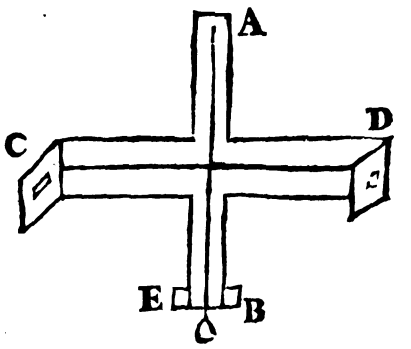
Cognitâ distantiâ libellæ, à termino à quo, & angulo inclinationis, determinare an sit altior & quantum ipsâ libellâ.

Sæpè accidit dum rivos derivare volumus, ut in termino à quo libellam collocemus, observemusque terminum ad quem. Supponamus eum esse punctum C, quod videatur infra lineam horizontalem AB, ita ut cognoscatur angulus BAC, cognoscatur item linea AC; quæritur linea EC, ut sciamus an punctum C sit æqualis altitudinis ac punctum A, an verò diversæ. Intelligatur duci ex centro terræ E linea EA; & quia scitur angulus inclinationis CAB, & angulus rectus E A B, cognoscetur reliquus E A C: supponatur C A B esse duorum minutorum, & consequenter E A C 89 graduum min. 58. semidiameter terræ EA est pedum 23367465, seu digitorum 280409580. Supponamus lineam AC esse 2000 passuum, seu pedum 10000, & digitorum 120000. Solvatur triangulum more consueto per trigonometriam, summa laterum AE, AC est 280529580, differentia 280289580, summa angulorum AEC, ACE 90, 2, semisumma 45, 1. Fiat ut summa laterum ad differentiam, ita tangens 45, 1 ad tangentem semidifferentiæ, & habebitur semidifferentia angulorum, & consequenter anguli, ex quibus facilè habebitur EC. Possunt aliæ solutiones triangulorum adhiberi. Hæc videbitur facilior cùm cognoscatur linea AC 2000 passuum angulus AED erit duorum minutorum. Fiat ut radius ad excessum secantis duorum minutorum supra radium nempe 2, ita semidiameter terræ 280409580 digiti, & invenio 56 digitos, seu pedes 4 & 8 digitos, ducta ad AC perpendiculari C G; supposita diametro AC, linea CG erit tangens anguli GAC, duorum min. Fiat ergo ut radius ad tangentem duorum, quæ in tabula est 5818, ita semidiameter AC 2000 passuum, seu pedum 10000, & invenio pedes $5\frac{4}{7}$ igitur absolutè punctum C inferius est puncto A, uno pede & paulò plus.



Ex his intelligere potes, quam lubrica sit hæc operatio, cum error duorum minutorum in libellatione duorum milliariorum, errorem inferat 5 pedum. Unde concludo declivitatem duorum minutorum sufficere, ut aqua fluat.

Quare omnibus pensatis præferrem crucem satis magnam cujus brachium verticale AB 7 aut



octo pedes obtineret, horizontale verò CD, 15 aut 16. Posset enim describi ex puncto A arcus satis magnus BE, in quo minuta prima distingui possent. Nam vix putarim aquæ in duobus tubis infusæ superficiem ita exquisitè distingui posse, ut in attollendis, aut deprimendis pinnulis, aliquando non irrepat error duorum minutorum.

PROPOSITIO XXIV.

Theorema.

Idem per se error sequitur, sive plures sive unica fiat libellatio.

Quamvis illi qui sumeret lineam horizontalem, pro circulari, nec rationem ullam haberet deviationis à circulo, satiùs sit plurimas libellationes instituere, quàm pauciores, ut jam ostendimus: si tamen ratio habeatur illius deviationis, perinde est pluribus libellationibus uti, ac paucioribus per se loquendo. Hoc est si fiat unica libellatio, in qua committatur error duorum minutorum, fiantque duæ minores in quibus singulis idem error committatur, duorum minutorum, & in eandem partem; dico fore ut pariter totidem pedibus aberretur. Sumamus exemplum ultimum. Sit facta libellatio

Digitized by Google

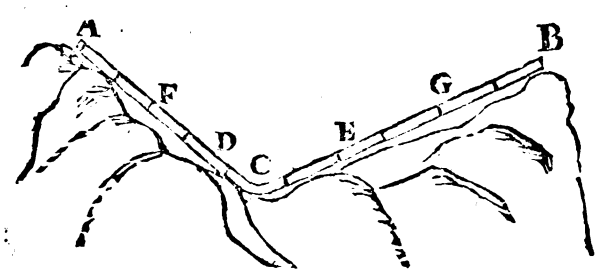
bellatio duorum milliariorum, in qua aberretur duobus minutis, hoc eſt ſumatur angulus 89 grad. & min. 58. pro angulo recto, deſcendo quinque pedibus $\frac{4}{5}$ plus quam ferret meus calculus. Sed ſi fiant duæ unius milliarii, ita ut in utraque aberretur eodem modo, in utraque error erit duorum pedum $\frac{9}{10}$ hoc eſt in fine erit idem error. Quia tamen difficile eſt ut error in eandem partem vergat, videtur eſſe minus periculoſum ut duæ fiant libellationes, quam ſi unica tantum fieret. Quare ſi de inſtrumento dubitetur, fiant æquales libellationes & alternis vicibus utere inſtrumento in contrarias partes obverſo, ſi enim fuerit error, corrigetur.

PROPOSITIO XXV.

Problema.

Fontium derivatio.

Invento, in termino ad quem puncto quod æqualiter diſtet à centro terræ, ac origo fontis, certum eſt in canali clauſo, poſſe aquam illuc aſcendere. Sit enim fons A cui è regione horizontaliter reſpondeat punctum B, hoc eſt æqualiter à centro terræ diſtans: dico ſi fiat tubus clauſus ABC fore ut aqua aſcendat, uſque ad B, ex regula generali ſupra tradita. Quòd aqua AC, ſit in-



æquilibrio cum aqua C B, & quamdiu aqua non perveniet in B, aqua AC præponderabit, aliamque ſurſum impellet in C. Quod ſatis per ſe patet.

Aliqua obſervanda ſunt ad praxin. Primum ut aqua ſit limpidiſſima, ſi clauſo tubo derivanda eſt. Quod ut conſequaris receptaculum conſtruendum eſt, in cujus ſummitate tubum aptabis, ita ut non ex fundo, ſed ex ſuperficie aquam hauriat. Secundus modus erit ſi initio tubi cribrum apponas, quo fœces arceantur: dum verò maximè turbida fuerit aqua, ſpongiâ majori inſtruendus erit tubus, ut prius percoletur aqua, quàm canalem ſubeat.

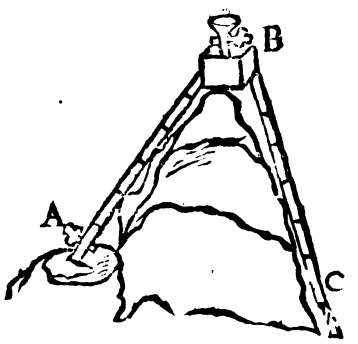
Secundum quod notare oportet, erit ne in canali A C B intercipiatur aër; poterit enim interceptus aër totum interturbare fluxum aquæ. Ponamus enim diſrupto canali effluxiſſe aquam, ita ut reſtet tantum in DCE, tum immittatur aqua pleno tubo, intercipiaturque aër in FD, dum aqua AF propellet aërem F D uſque ad C. Supponitur ergo aër eſſe in DC, & AD, CG eſſe aquam, poterit fieri ut aqua CG ſit in æquilibrio cum aqua AD, atque adeo nunquam aqua brachii AC poterit impellere aquam uſque ad B.

In hunc ſcopulum ſæpè aquileges impingunt, qui non rarò, aut diſruptos canales, aut ſordibus impeditos exiſtimant, cum tamen ſolo intercepto aëre, curſus aquæ interrumpatur. Remedium ſatis facilè ſi idemtidem ſpiracula conſtruantur, quibus dum opus erit aëris exitus concedatur.

Tertium quod notari diligenter debet, erit, ut quantum fieri poteſt vitetur aſcenſus aquæ; ut in prædicto exemplo, ſatius eſſet, ſi id locus permitteret, ut aqua recta, à puncto A in punctum B duceretur, quàm per deſcenſum A C, & per aſcenſum CB. Nam dum rectà derivatur, etiamſi tubi fracti eſſent, immo & ſuperiori parte aperti, flueret tamen aqua; dum verò aqua poſt deſcenſum aſcendit, vim magnam canalibus infert. Ita videmus Romanos ut vitarent hujuſmodi circuitum, ſæpè magnas ſubſtructiones erexiſſe, & voragines ingentes pontibus junxiſſe. Sed in iis diligenter conſiderandum eſt quid ferat locus.

Ad praxin etiam ſpectat ut dum latericiis tubis, & canalibus aqua deducitur, ut priores inſerantur in poſteriores, faciliùs enim aqua fluet, nec tam citò illius curſus inhibebitur, aut frangetur: item non tam facilè ſe in juncturas inſinuabit. Idem dico de canalibus plumbeis; canales verò lignei annulis ferreis conjuncti altiſſimè defodiantur, ne calorem ſentiant; ſic enim diutiùs integri perſeverabunt. Quantùm autem fieri poterit benè perforentur, & intus lævorem aliquem habeant; nec reſtent ullæ fibræ, quæ ut plurimum in radices abeunt, & canalem obturant. Debet item terebra deſinere in ſpiram longam duos ad minimum digitos, ſic enim non eſt impellenda terebra, ſed facilè ſe inſinuat, & rectius ligni medullam ſequitur; quod longè compendioſius eſt, terebra enim in ſpiras & helicem conformata, duplò facilius opus abſolvit.

Secundus modus deducendi fontes erit uſui, dum obſtabit aliquis mons, aut prærupta rupes, quæ perfodi non poteſt. In quo multa ſunt notanda.



Primum quod notandum eſt, erit ſyphonis aut tubi ABC brachium BC debere eſſe longius brachio AB, & hoc ſecundùm lineam perpendicularem, hoc eſt punctum C debere eſſe humilius puncto A, in quo ſupponitur eſſe origo fontis.

Secundum ita exactos requiri canales, ut non tantum aquæ exitum denegent, ſed etiam aëri aditum non permittant. Supponantur enim tubi A B C utrumque brachium AB, BC eſſe plenum aquâ & in aliqua parte tubi, aditum aëri præberi, verbi gratiâ in puncto B, tunc aër per foramen B gravitaret, tam in aquam BA, quàm in aquam B C: licet autem aër gravitet æqualiter in aquam A, quia pondus aquæ adjuvat gravitationem aëris per foramen B, ideo deſcendet,

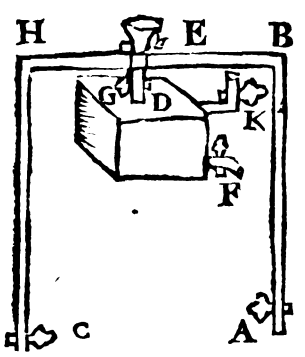
Digitized by Google

& defluet aqua B A, deſcendet item aqua cruris BC, atque adeò totum interturbabitur negotium.

Tertium ne tubus BC ſit nimium latus, ſæpè enim accidit in latioribus tubis, ut mediâ eorum parte aqua fluat, & deſcendat; aliâ mediâ parte aër aſcendat, quod etiam fluxum aquæ ſiſteret. Huic tamen incommodo facilè iretur obviam ſi tubi orificium C per quod aqua effunditur, aquæ immergatur, ſic enim excludetur aër: intelligo autem quod vas aquâ plenum ita illi ſubjiciatur, ut ad duos, aut tres digitos infra aquæ ſuperficiem immerſum ſit.

Quartum. Cavendum eſt ne altitudo montis ſuperet 34 pedes alioquin nihil omnino fiet; quæ notatio eſt magni momenti. Video enim in pleriſque autoribus indeterminatè, & ſine ullâ limitatione proponi iſtud problema quaſi aqua ad omnem altitudinem aſcendere poſſet, quod tamen & experientiæ, & rationi omninò repugnat. Experientiæ quidem: nam quilibet tentare poterit, quod ſi nimis operoſum videatur, tubos ita longos componere, id experiatur in mercurio, invenietque ultra duos pedes, & duos digitos, in ſyphone mercurium non aſcendere. Cujus rei rationem jam attulimus ſæpè. Aqua enim aſcendit per AC, quia aër gravitat in aquam, circa A poſitam, nec tamen gravitat in aquam tubo contentam, nam in illam gravitare non poteſt, niſi per aquam CB, hoc eſt impellendo ſurſum aquam CB. Ponamus ergo gravitationem aëris utrinque, in A & C eſſe ut ſex, gravitationem aquæ AC eſſe ut 4, & aquæ BC eſſe ut quinque. Quia gravitatio aquæ BC detrahit de gravitatione aëris in illam in puncto C quinque gradus, & gravitatio aquæ AB detrahit de gravitatione aëris tantum 4 gradus, non erit æquilibrium; ſed gravitatio aëris in A ſuperabit gravitationem ejuſdem aëris in puncto C factam uno gradu; quare aër impellet aquam AB, & ad aſcenſum coget. Si verò brachia AB, BC ſint omninò æqualia nihil fiet; eò quòd aëris hinc inde aquam ſurſum impellentis vires ſint in æquilibrio. Denique ſi brachium AB ſuperet 34 pedes, aut in mercurio duos, cum duobus digitis. Quia totus aër qui in terram gravitat, ut jam ſæpè diximus, æqualis eſt ponderis cum 34 pedibus aquæ, aut 26 digitis mercurii; gravitas aquæ AB ſuperabit gravitatem aëris, atque adeo aqua non poterit impelli uſque ad punctum C. Ne igitur ſyphon iſte 34 pedes ſuperet.

Nonnulli hoc ſyphonis genere aquam derivant ſaltem ad uſus domeſticos, etiam ſupra libellam aquæ. Sit enim fons in puncto A, in quem immer-



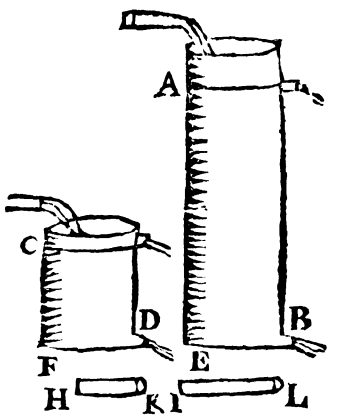
gatur tubus AB; ſitque clavicula in A & C. Item ſit infundibulum E, inſtructum pariter ſuo Epiſtomio, ex canali HB ducatur tubulus GD in vas undique clauſum D, quod habeat ſpiraculum K, & canalem F, cum ſuis Epiſtomiis. Clauduntur primò Epiſtomia A, C, G, infunditurque aqua ſenſim quæ implet tubos A B H C. Tum clauſo Epiſtomio E, aperiuntur A & C, fluitque aqua per orificium C, clauſis Epiſtomiis H & F, aperiatur G, ſenſim aliquid aquæ defluet, ſtillabit in vas D, & aër ſenſim egredietur cum aqua per tubum HC. Dixi ſenſim, ſi enim laxior eſſet tubus GD, ita ut multus aër egredi poſſet; aqua cruris CH fieret levior, ex nimio permixto aëre, nec prævaleret, & conſequenter ejus fluxus ſiſteretur. Ad hauriendam aquam ex vaſe D, claudendum eſt epiſtomium G, & aperienda K & F, per F fluet aqua, & per K, aër ingredietur.

PROPOSITIO XXVI.

Theorema.

Si duo vaſa per lumina æqualia eodem tempore aquam effundant, erit eorum altitudo in duplicatâ ratione aquæ fluentis.

Sint duo vaſa AB, CD, quæ habeant duo lumina, ſeu duo foramina B, & D æqualia, & æqualiter diſpoſita; per quæ fluat aqua, æquali tempore; verbi gratiâ per ſemihoram; ita tamen



ut vaſa ſint ſemper eodem modo plena, ſeu ad eandem altitudinem A & C. Dico altitudinem AE, eſſe ad altitudinem CF, in duplicatâ ratione, illius quæ eſt aquæ per B fluentis intra ſemihoram, ad aquam, eodem tempore fluentem per foramen D.

Quod antequam demonſtrem, ſupponendæ ſunt claritatis causâ aliquæ experientiæ. Prima ſit hæc. Si vas cujus altitudo ſit quatuor pedum habeat lumen, prope fundum; cujus diameter ſit unius lineæ, fore ut intra minuta ſecunda tredecim, emittat libram aquæ: Suppono autem ita aquam ipſi ſuppeditari, ut eadem ſemper perſeveret aquæ altitudo, neque refert quidquam vaſis latitudo, ut oſtendimus ſupra; & æqualia eſſe momenta aquæ in vaſibus inæqualibus contentæ, modò eadem ſit utriuſque altitudo. Quæritur autem hîc, quænam requiratur tubi altitudo, ut per idem lumen eodem tempore, dupla aqua effluat, tripla, aut in quâcumque libuerit ratione. Aſſero quadruplicandam eſſe altitudinem, ut habeatur dupla aqua; ut habeatur tripla, altitudinem noncuplam requiri, atque ita deinceps. Si duobus numeris propoſitis inveniatur tertius proportionalis, ille tertius exhibebit altitudinem requiſitam. Ut ſi quæratur dupla aqua, quæ fluit ponatur eſſe 1, aqua quæſita ſit 2, fiat ut unum ad duo, ita 2 ad 4, requiritur altitudo quadrupla. Pariter ſi velis

aquam

aquam triplam, fiat ut 1 ad 3. ita 3 ad 9, ſic enim duplicatur ratio 1 ad 3, hoc eſt bis ſumitur. Et ita de reliquis rationibus.

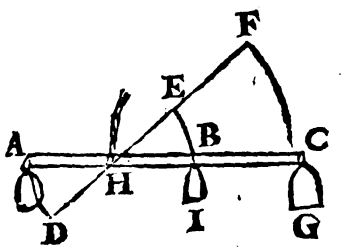
Nonnulli ut vim aquæ prementis explicent, recurrunt ad velocitatem, aut impetum acquiſitum, à gravibus decidentibus. Certum quidem eſt ut in ſtatica explicuimus, velocitates gravium decidentium ſe habere ut tempora; ſpatia autem percurſa eſſe in duplicatâ ratione temporum; & conſequenter in duplicata ratione velocitatum. Ex quo fit ut grave decidens ex quadruplâ altitudine, duplam habeat velocitatem. Quare videtur experientiis quadrare, & convenire; ut aqua in pede tubi tantam preſſionem patiatur, & ex illa preſſione, tantum impetum ad motum, quantum haberet aqua ſi ex ſummitate ejuſdem tubi cecidiſſet, quod quidem veriſſimum eſt; ſed id quomodo ſuadeatur, non eſt ſatis expeditum.

Primò quidem, licèt initio aqua, quæ eſt in lumine D, nunquam fuerit in ſuperficie A, ubi tamen motus tantiſper fuerit continuatus, verè aqua, quæ fluit per lumen B, fuit in ſuperficie A, ergo cecidit ex ſuperficie A. Idem dico de aqua fluente per lumen D, ſed gravia decidentia ex A in B, & ex C in D, ita ſe habent ut altitudo AE ad altitudinem CF, ſit in duplicatâ ratione velocitatis acquiſitæ in puncto B, ad velocitatem acquiſitam in puncto D; igitur & aquæ ita ſe habebunt. Quare ſi altitudo AE, quadrupla fuerit altitudinis CE, fiet ut velocitas aquæ in B dupla ſit velocitatis in D. Sed ſi duplò velocius fluat aqua, dupla fluet aqua. Sint enim foramina H & I, per quæ velocius duplò fluat aqua; verbi gratiâ intra minutum ſecundum aqua fluat pleno foramine, ex H in K, item per idem tempus fluat pleno item alveo, ex I in L, ut extremitas L duplam habeat velocitatem, debet ſpatium I L, eſſe duplum ſpatii HK, ſed ſi ſpatium ſit duplum, aqua I L erit dupla, aquæ H K. Igitur ſi velocitas ſit dupla, aqua etiam dupla erit.

Non ceſſat tamen difficultas, neque videtur omninò ſolvi, eò quòd dum aqua cadit ex A in B, aut ex C in D, videtur retardari à ſubjecta aqua, atque adeò non poſſe tantum impetum concipere. Nihilominus quia alia atque alia aqua ſuperimponitur, compenſatur iſta retardatio adjectione alterius, nempe aquæ quæ continuò ſubminiſtrari ſupponitur; ſed adhuc non videtur tam præcisè, & exactè compenſari illa retardatio ex additione novæ aquæ, ut pro principio aſſumi poſſit.

Fateor difficultatem eſſe maximam, ideoque conſiderari non poſſe aquam prementem, ut immobilem, ſed ut motam, & ex motu deorſum acquirentem impetum; ea autem gravia quæ ex motu deorſum acquirunt impetum, ita ſe habent, ut deſcenſus, ſeu ſpatium deorſum, ſit in duplicata ratione velocitatum, & temporum: igitur & aqua deorſum mota eodem modo ſe habebit. Neque occurrit aliud, forſitan hæc aliquando faciliora reddentur.

Alio modo magis phyſico rem totam expediam. Sit pondus A, quod dum in ſtaterâ movetur ex A in D, movere poſſit pondus B, unius libræ ex B in E: quæritur autem quantum debeat augeri pondus A, ut dum percurrit eundem arcum AD, moveat pondus duarum librarum velocitate dupla. Ut ſit velocitas dupla debebunt duæ libræ appendi in puncto C, ad duplam diſtantiam ipſius H B, & neceſſarium erit in puncto A pondus quadruplum, nam creſcit momentum duarum librarum, ſupra unam libram, & ex pondere adjecto, & ex diſtantiâ majore, quæ requiritur ad majorem velocitatem: igitur quadruplicandum erit pondus A. Sed in exemplo noſtro, dupla aqua expellitur per B, & cum dupla velocitate; igitur requiritur quadruplum pondus. Aquæ autem cylindrorum æqualium ſe habent ut altitudines; igitur requiritur quadrupla altitudo. Quare ſi poſſet dupla aqua fluere ſine majori velocitate, requireretur tantum dupla altitudo; quia autem connexa eſt quantitas aquæ effuſæ cum velocitate, ut ſeparari non poſſint, ideo duplicanda eſt ratio altitudinum.



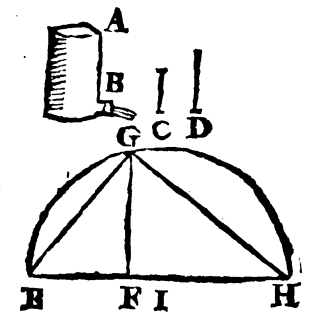
COROLLARIUM.

Cum quantitas aquæ fluentis ſe habeat ut velocitas, velocitates erunt in ſubduplicatâ ratione altitudinum.

PROPOSITIO XXVII.

Problema.

Datâ proportione aquæ fluentis, ex duobus tubis per æquale lumen, eodem tempore, & datâ unius altitudine, alterius altitudinem invenire.



Sit ratio aquæ fluentis per foramen B, ad aquam fluentem per alterius tubi foramen æquale, ut ratio lineæ C ad lineam D, ſitque cognita altitudo aquæ in tubo AB, nempe æqualis lineæ E F; fiat ut C ad D, ita EF ad FG: ducaturque linea EG, ad quam ducatur perpendicularis GH, concurrens cum linea EF, productâ in H. Dico FH eſſe altitudinem tubi quæſiti, in cujus pede, ſi fiat foramen, erit aqua fluens, per illud ad aquam fluentem per B ut D ad C.

Demonſtratio. (*Per* 13.6.) FG eſt media proportionalis inter EF, & FH, quare ratio EF ad FH, eſt duplicata rationis EF, ad FG, ſeu C ad D: ſed altitudines (*per præcedentem*) ſunt in duplicata ratione aquarum fluentium, aquæ autem ſe habent ex ſuppoſitione ut C ad D; ſeu ut E F, ad FG; igitur altitudines ſe habent ut EF, ſeu AB ad FH: ergo F H eſt altitudo tubi quæſiti: Quod erat demonſtrandum.

Digitized by Google

Si iſtæ lineæ, & altitudines numeris exhibeantur faciliùs operabimur. Sit enim C 3, & D 5, altitudo BA 7 digitorum; fiat ut 3 ad 5, ita 7 ad $11\frac{2}{3}$. Rurſus fiat ut 7 ad $11\frac{2}{3}$, ita $11\frac{2}{3}$ ad $18\frac{3}{7}$, dico lineam FH, eſſe digitorum $18\frac{3}{7}$.

PROPOSITIO XXVIII.

Problema.

Datâ tuborum altitudine, invenire rationem aquæ fluentis, per æquale lumen in utroque factum.

Sit data tuborum altitudo EF,FH quæritur proportio quam habent aquæ fluentes in utroque per æquale lumen eodem tempore. Conjungantur duæ altitudines in unicam lineam EH, quæ dividatur bifariàm in puncto I, deſcribatur ſemicirculus EGH, exciteturque perpendicularis FG; dico ita eſſe aquam fluentem ex tubo cujus altitudo EF, ad aquam fluentem ex tubo cujus altitudo FH, ut EF ad FG.

Demonſtratio. (*Per 25. hujus*) aquæ ſunt in ſubduplicatâ ratione altitudinum, ſeu linearum EF, FH, ſed (*per 13.6.*) lineæ EF,FG, ſunt in ſubduplicatâ ratione linearum EF, FH, quas æquales ſuppoſuimus altitudinibus; igitur aquæ ſe habent ut EF ad FG. Quod erant demonſtrandum.

Per Arithmeticam facilè id conſequemur. Si enim altitudines inter ſe multiplicemus, & ex producto radicem quadratam extrahamus, habebitur linea FG.

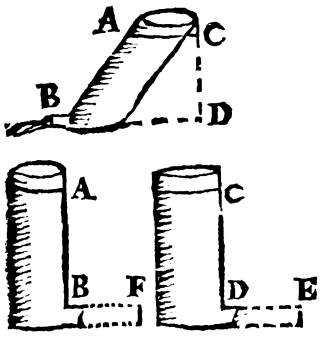
COROLLARIUM.

Si habeatur præter altitudines aqua, quæ fluit per unum tubum, facilè habebitur aqua alterius tubi. Unde ut ad praxin aliquid dicamus, ſupponantur plurimi tubi in quibus ſit foramen lineare. Expertus eſt Mercennus in tubo quadrupedali cujus foramen lineare intra 13 minuta ſecunda, fluere libram aquæ: ergo ſemilibra fluet eodem tempore ex tubo unius pedis, & quadrans libræ, ex tubo cujus altitudo æqualis tribus digitis; ex pedali tubo intra 16 ſecunda fluet libra, intra 39 ſecunda una libra cum dimidia; intra 52 ſecunda 2 libræ, intra minutum primum duæ libræ cum $\frac{4}{13}$, intra horam libræ $138\frac{1}{2}$. Ex quo omnium tuborum, & erogatoriorum aquam fluentem facilè deducemus, modò linearia ſint foramina, & ſciatur altitudo.

PROPOSITIO XXIX.

Problema.

Quantùm aqua fluat ex tubo inclinato.



Sit tubus inclinatus AB, in quo, per lumen lineare aqua fluat; quæritur quantùm aquæ fluat ex ſuperficie aquæ AC. Demittatur ad planum in quo eſt lumen B, perpendicularis CD; dico eandem aquam, & eodem modo fluere per lumen B, quæ flueret per tubum cujus altitudo CD. Nam (*per 6. hujus*) humidum in tubo inclinato, eodem modo ſuam exercet gravitationem, ac in tubo recto, cujus altitudo æqualis eſt perpendiculari; igitur cum aquæ preſſio ſit cauſa unica fluxus aquæ; eadem fluet aqua, ac in tubo recto cujus altitudo CD.

PROPOSITIO XXX.

Theorema.

In tubis æquè altis per ſe loquendo, aquæ fluentes, ſe habent ut lumina.

Vide figuram præcedentem.

Sint tubi æquè alti AB,CD, ſintque lumina inæqualia B, & D, dico ita ſe habere aquam fluentem per lumen B, ad aquam fluentem eodem tempore per lumen D, ſicut ſe habet lumen B, ad lumen D.

Demonſtratio. Aqua dùm effluit per B, tantam habet velocitatem, ac ſi cecidiſſet ex A, idem dico de aqua in D, (*per 25. hujus*) ergo æqualem habet velocitatem; ponamus, ergo aquam quæ erat in B, ſpatio unius ſecundi pervenire in F, & aquam foraminis D, pervenire in E; cum velocitates ſint æquales, erunt etiam lineæ BF, DE æquales. Sed cylindri BF, DE ejuſdem altitudinis (*per 13.12.*) ſe habent ut baſes, igitur aquæ BF,DE, ſe habent ut baſes, ſeu lumina B & D. Quod erat oſtendendum.

Vel alio modo, id quod gravitat in foramen B, æquale eſt cylindro aqueo cujus baſis ſit foramen B, idem dico de foramine D; ſed illi cylindri ſe habent ut baſes; ergo id quod gravitat in foramina ſe habet ut foramina: ergo effectus qui producitur etiam ut foramina ſe habere debet.

Secludo tamen nonnulla impedimenta, ideoque poſui (*per ſe*) nam cum aqua non nihil retardetur à ſuperficie foraminum, facilius enim aqua cum aquâ fluente progeditur, quàm dum ad corpus durum illiditur: & ut jam ſæpe oſtendimus majora foramina minorem proportionaliter ſuperficiem habeant; ideò communiter plus aquæ ex majori profundetur quam exigat eius magnitudo.

COROLLARIUM.

Ex his principiis facilè ſciemus quantùm aquæ fluere debeat ex quolibet lumine. Primò quidem certum eſt (*per 20. 6.*) foramina ſimilia eſſe in duplicatâ ratione diametrorum. Quare cum viderimus intra minuta ſecunda 26, tubum unius pedis effundere unam libram per foramen lineare; cum 12 ſint lineæ in digito, fiat circulus cujus diameter ſit unius digiti, erit ut 12 ad 1, ita diameter unius digiti, & circulus ad circulum ut 144. Ad 1 igitur per lumen unius digiti intra 26, minuta fluunt 144 libræ aquæ, ſi altitudo tubi fuerit unius pedis. Author tamen ſum ut qui voluerit certiùs determinare, aliquas experientias faciat, una enim aut altera totum negotium abſolvet.

PROPOSITIO XXXI.

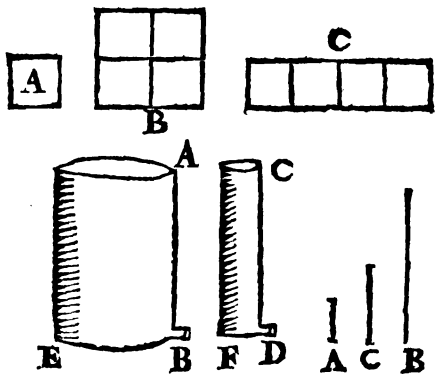
Theorema.

Quomodo collocanda ſint lumina in piſcina.

Si in piſcinâ plurima ſint collocanda lumina, ut

Digitized by Google

ut pluribus aqua erogetur, si de loco in quo erunt facienda nihil fuerit deductum in pactum, debent necessariò in eadem linea horizontali collocari, ut sit pro singulis eadem altitudo, atque adeò pro ratione luminum erogetur aqua : alioquin minus lumen in loco inferiori collocatum, plus aquæ profunderet, quàm majus lumen in superiori loco positum. Si verò aliter conventum fuerit, standum est conventionibus.



Secundò figura luminum plurimum confert. Sint enim duo lumina A, & B, quæ ita statuantur, ut eorum bases inferiores sibi respondeant, etiamsi lumen B supponatur quadruplum, non tamen propterea quadruplam aquam profundet. Supponatur enim divisum foramen B, in quatuor quadrata, quadrato A æqualia ; clarissimum est duo superiora quadrata, non esse in eadem linea horizontali cum quadrato A, atque adeò respectu illorum tantam non esse tubi altitudinem. Quare ex hoc capite satiùs esset oblongum foramen facere, quale est C. Sed aliunde ob majorem in foramine C, superficiem crediderim plus profundi aquæ ex B, quam ex C : quare ut vitetur omnis error debent centra illorum in eadem linea horizontali statui.

Addo ulteriùs cæteris paribus lumina rotunda esse aptiora, quia minorem habent superficiem. Unde in his omnibus vitandi sunt errores.

Item notandum aquam digitalem quadruplam esse aquæ semidigitalis, cùm ut diximus, figuræ similes se habeant in duplicatâ ratione diametrorum. In hunc tamen errorem non pauci sæpe impingunt.

Observandum denique est post singula foramina eundem supponi aquæ casum : nam si post foramen aqua non sit libera ; sed adhuc cogatur aliquandiu horizontaliter procedere, lentius fluet; dum enim precipiatur prior, sequentem ut ita dicam, pondere suo trahit.

Ex his principiis multæ propositiones fieri possunt, & variæ combinationes ut si in diversis tubi, aut piscinæ altitudinibus lumina collocentur.

Determinare quantùm aquæ ex singulis foraminibus profundatur.

Concludimus igitur in hac materia hallucinationes esse faciles, & à multis non satis benè intelligi, quid velint aquileges, dum se daturos aquam digitalem, aut linearem pollicentur ; si nihil de perpendiculo loquantur, nihil de ejus cursu, aut velocitate. Aliqui volũt dum dicitur aqua linearis, requiri ut aquæ superficies superet summitatem foraminis, ita Franchinus expertissimus aquarius. Alii requirunt tantum 4 lineas, meliùs temen ista omnia deducantur in pactum ut præcidatur omnibus deceptionibus locus.

In præcedentibus autem propositionibus, semper suppositi tubis aquam ita suppeditari, ut eadem semper aquæ altitudo perseveraret.

PROPOSITIO XXXII.

Theorema.

Tempora quibus tubi æque alti, per æquale lumen exhauriuntur, se habent ut bases.

Vide figuram præcedentem.

Ægyptii horologiis olim hydraulicis utebantur, seu tubis longioribus, aut cylindris, in pede perforatis; foramine non ita magno, in quorum latere signatæ erant horæ. Est autem satis difficilis hujusmodi divisio; neque enim æqualibus temporibus, æqualia sunt aquæ decrementa. Sed initio majora esse necesse est, ob inæqualem aquæ altitudinem : quæremus autem postea methodum hanc divisionem peragendi, non quidem per attentationem & experientiam, quod difficultate caret, sed methodo Geometrica, probatis jam principiis innixa, quod ut meliùs intelligatur, nonnullæ propositiones sunt præmittendæ.

Sint igitur duo cylindri AB, CD sitque diameter EB, tripla diametri FD, & consequenter, (*per* 2. 12.) basis EB, erit noncupla basis FD ; sintque lumina B, & D æqualia. Dico tempus quo vacuabitur cylindrus AB, per lumen B, esse noncuplum temporis quo per lumen D, æquale ipsi B, deplebitur cylindrus CD.

Demonstratio. Cylindri æquè alti se habent ut bases (*per* 13. 12.) igitur quantitas aquæ cylindro AB contenta, est noncupla aquæ in cylindro CD contentæ. Sed aqua cylindri AB, (*per 6. hujus*) non magis premit, nec majorem aquæ fluenti confert velocitatem, quàm aqua cylindri CD : ergo aqua noncupla cãdem velocitate fluit ac alia aqua. Sed si eãdem velocitate fluat, necessariò tempus noncuplum impendere debet : igitur ut aqua tubi AB, tota effluat tempus noncuplum necessarium est, illius quo fluit tota aqua CD, quod erat demonstrandum.

Hanc propositionem confirmat Pater Mercennus experientiâ ; nam tubus quadrupedalis cujus basis digitalis, per lumen lineare intra minutum vacuatur, tubus verò ejusdem altitudinis cujus basis pedalis, & consequenter cujus basis continet 144 bases præcedentis tubi, requirit 144 minuta, seu horas 2 & 24 minuta ut per idem lumen evacuetur.

PROPOSITIO XXXIII.

Theorema.

Tubi æqualium basium, & altitudinis inæqualis per æquale lumen vacuantur temporibus quæ habeant rationem altitudinum subduplicatam.

Sint tubi quorum bases æquales ; sed altitudines inæquales A & B, qui vacuentur per æquale lumen ; dico si inter A & C sit media proportionalis C, fore tempus quo depletur tubus cujus altitudo A, ad tempus quo vacuatur tubus cujus altitudo B, ut A ad C, aut ut C ad B.

Demonstratio. Quantitas aquæ tubi A ad quantitatem aquæ tubi B, se habet ut linea A ad li-

 neam

neam B, (*per* 13.12.) velocitas autem aquæ A ad velocitatem aquæ in B, ut ad C, (*per* 25. *hujus*) & hoc in ſingulis partibus proportionalibus, ergo aqua tubi A ad aquam tubi B, eſt in ratione duplicata velocitatum; ſed aqua quæ fluit utrinque eſt in ratione compoſitâ ex ratione temporum, & ratione velocitatum: ergo ratio aquæ A ad aquam B componitur ex ratione velocitatum, nempe lineæ A ad lineam C, & ex ratione temporis, ſeu ex ratione A ad B. Si ſubducatur ratio A ad C, ſeu velocitatum, reſtat ratio C ad B: igitur ratio C, ad B, eſt æqualis rationi temporum. Ratio autem C ad B eſt ſubduplicata rationis lineæ A ad B; igitur tempora quibus per æquale lumen vacuantur tubi inæqualis altitudinis, ſunt in ratione ſubduplicatâ altitudinum.

Mercennus pariter hanc propoſitionem confirmat experientia. Expertum enim ſe dicit, tubum altitudinis quadrupedalis, & baſis pedalis exhauſtum fuiſſe 60 ſecundis, & pedalis altitudinis, & æqualis baſis per lumen æquale fuiſſe exhauſtum intra 30 ſecunda.

COROLLARIUM I.

Tempora quibus deplentur tubi æqualium baſium, per æquale lumen, ſunt in ratione ſubduplicata aquæ, quæ tribuitur toto tempore, ſeu quæ continetur in tubis, ita ut ſi expendatur pondus utriuſque aquæ, tempora ſe habeant in ratione ſubduplicata illorum ponderum.

COROLLARIUM II.

Tempora quibus deplentur iidem tubi ſe habent, ut velocitates. Oſtendimus enim ita eſſe velocitates ut A ad C, & tempora ut C ad B. Cum autem C ſit media proportionalis, ita erit A ad C ſicut C ad B.

COROLLARIUM III.

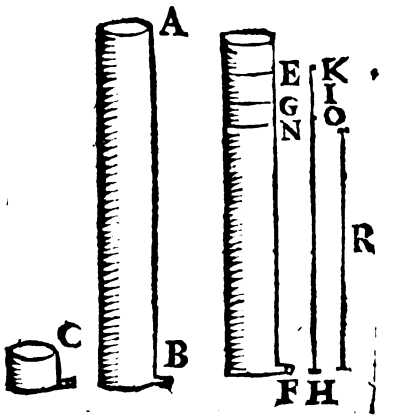
Paulò tamen aliter cogitandæ ſunt iſtæ velocitates, quàm ſi eſſent permanentes, ſunt enim velocitates decreſcentes pro ratione temporum: ita ut æquali tempore æquales amittantur velocitatis gradus, & hoc in ratione ſubduplicata ſpatiorum. Nempe quantum proceditur decreſcunt velocitates, & ſpatia; ſed ſpatia in ratione duplicata velocitatum & temporum, eodem prorſus modo quo reſiliendo, corpora gravia ſurſum aſcendunt.

PROPOSITIO XXXIV.

Problema.

Dividere tubum in partes ſingulis temporibus vacuandas.

Sit tubus AB, qui plenus aquâ vacuetur intra horas 12. dividendus in partes ſingulis horis vacuandas. Cùm per præcedentem tubi æqualium baſium depleantur temporibus quæ ſint in ratione ſubduplicatâ altitudinum, ſupponatur tubus C, qui depleatur intra horam, & tubus AB ex ſuppoſitione intra 12 horas, erit altitudo tubi C, ad altitudinem tubi AB, in ratione duplicata unius horæ ad 12 horas. Fiat ergo ut 1 ad 12. ita 12 ad 144. dico ſi AB, dividatur in 44. partes; primam partem infimam, eam eſſe quæ reſpondet ultimæ horæ. Deinde eam partem ter ſumptam reſpondere penultimæ horæ, deinde quinquies, & ita deinceps per numeros impares. Quòd autem iſtæ omnes partes



adæquent numerum 144, ſic oſtendo. Duodecimus numerus impar eſt 23, ſi pro primo ſtatuatur unitas. Eſt autem arithmetica progreſſio in qua, fiat aggregatum ex prima 1, & ultima 23 fient 24, numerus multiplicandus per dimidium numerum terminorum ſeu 6, efficit numerum 144, & habetur tota collectio.

Si autem daretur aliud vas cujus altitudo EF, in quo intra horam aqua decreſcat lineâ EG, quæritur quantùm decreſcat ſequenti horâ. Inter EF, & FG, quæratur media proportionalis HI, ſitque HK, æqualis ipſi EF, (*per* 32. *hujus*) erit tempus quo depletur tubus EF ad tempus quo depletur GF, ut HK ad HI; differentia autem KI eſt hora ex ſuppoſitione. Quare ſi ſcias quoties KI continetur in HK, ſcies tempus quo depletur EF, item quo depletur GF. Si nempe notes quoties KI invenitur in HI, aſſumatur linea IO, æqualis lineæ KI, tum duabus lineis HI, HO, ſit tertia proportionalis R; fiatque ut HI ad R; ita FG ad FN; dico ſecundâ horâ minuendam aquam uſque ad N.

Demonſtratio. Cum enim HI ſit tempus, quo depletur tubus FG, & IO, æquivaleat uni horæ, erit OH tempus minus una horâ. Sed ut IH ad OH, ita OH ad R; unde HI ad R, erit in duplicata ratione lineæ HI ad HO. Sed ut HI ad R, ita FG ad FN; ergo FG ad FN, eſt in duplicata ratione temporum, quibus deplentur: igitur HO eſt tempus quo depletur tubus FN. Sed HO, eſt tempus minus unâ horâ, quo vacuatur FG; ergo in vacuando FN, impenditur minus unâ horâ quam in deplendo FG, quare vacuatur GN, intra unam horam.

PROPOSITIO XXXV.

Theorema.

Variæ experientiæ circa tuborum vacuationem

Quia hæc materia tota practica eſt, & nonnunquam videtur, non ita facilè, principia generalia, ad praxin revocare, ideò aliquas experientias hîc referam. Tubus cujus altitudo ferè 4 pedum, latitudo digitorum 2 ac 6 linearum, qui unam libram effundit ſpatio 77 ſecundorum, ſecundam libram dabit intra 86 ſecunda, tertiam intra 92, quartam intra 105, quintam intra 115, ſextam intra 132, ſeptimam intra 160, octavam intra 206.

E contrà ſi tempora ſint æqualia, verbi gratiâ tempus ſit 30 ſecundorum.

Primo

Digitized by Google

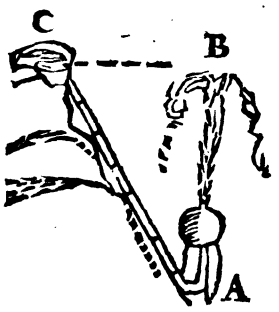
Primo rempore dedit 36 uncias.
Secundo tẽpore uncias 32,cum ſeſquidrachma.
Tertio 28 uncias cum drachma.
Quarto uncias 23 $\frac{1}{4}$.
Quinto 21, cum ſeſquidrachmâ.
Sexto 19 $\frac{1}{2}$, cum ſeſquidrachma.
Septimo 17 $\frac{3}{4}$.
Octavo 15 $\frac{1}{2}$.
Nono 13 $\frac{3}{4}$.
Decimo 12 $\frac{1}{2}$.
Undecimo 10 $\frac{1}{2}$, cum tribus drachmis.
Duodecimo uncias 8 $\frac{1}{4}$.

PROPOSITIO XXXVI.

Theorema.

Verticalium ſalientium altitudo, per ſe æqualis eſt, aquæ perpendiculo.

Sit ſaliens AB, dico per ſe loquendo ejus altitudinem, æqualem eſſe perpendiculo aquæ, hoc eſt ſi ex fonte C ducatur linea parallela horizonti, dico ſalientis altitudinem, ad eam lineam poſſe pervenire aut parum ab illa abeſſe.



Aqua tantam preſſionem facit, tantumque impetum aquæ, in pede vaſis exiſtenti confert, quantùm ipſi conferret ſi cecidiſſet ex ſummitate ſui perpendiculi; ſed omne grave decidens ex aliqua altitudine per ſe loquendo, tantùm impetum acquirit, quantùm neceſſarium eſt, ut tantumdem aſcendat ex alia parte, ut funependula ſatis oſtendunt, & ut explicuimus, cum de velocitate acquiſita ex caſu gravium: igitur ad eandem altitudinem aſcendere debet.

Oſtendo ſecundò ex inconvenienti ſi aquæ CA preſſio, non eſſet in æquilibrio cum aqua ſaliente in AB, vel haberet majus momentum vel minus; ſed quomodocumque ſe haberet, motum perpetuum haberemus. Sit enim primò aquæ CA prementis momentum majus, quàm momentum aquæ reſiſtentis motui quo impellitur ex A in B, poſſet, aqua premens attollere aquam altius, quam ſit linea horizontalis CB; ſi autem hoc poſſit, motum perpetuum habebimus. Nam ſi ſupra B conſtrueretur aliquod vas, quo exciperetur aqua ſalientis ea poſſet redire ad ſuum fontem, ſi nempe duceretur aliquis tubus, uſque ad fontem C, quo poſito daretur motus perpetuus. Deinde cum aqua CA poſſit aliam aquam tubo contentam attollere tantum uſque ad CB, non poterit aquam extra tubum poſitam ad majorem altitudinem evehere.

Pariter oſtendo aquæ CA prementis momentum, non eſſe minus momento aquæ AB reſiſtentis motui. Nam tantus requiritur impetus ad evehendum aquam ex A, in B, quantùm acquirit decidendo ex B in A, per ſe loquendo, & aëris reſiſtentiam ſeparando. Sed aqua cadens ex B in A non habet majus momentum, quàm aqua CA: alioquin, ſi aqua hoc modo per caſum acquiret tantum impetum, aut momentum, coaleſcens ex impetu & gravitate aquæ, majus eſſet momento aquæ CA; poſſet aqua decidens ex B in A attollere aquam CA, ad majorem altitudinem, quàm fuerit altitudo è qua decidit. Sed hoc poſito adhuc ſequitur motus perpetuus; nam poſſet derivari rectâ viâ, aqua ex C in B, & B præcipitari rectà in A, & attollere totam aquam CA, atque ita ſemper eadem aqua recurreret. Immò non eſſet difficilè aquæ decidenti rotam annectere, quæ ex illius caſu impetum conciperet, & vi illius impetus aquam ad majorem altitudinem eveheret. Quæ cum experientiis repugnent, nec tamdiu quæſitus & tentatus, hactenus inventus ſit motus perpetuus; dicendum eſt momentum aquæ prementis æquale eſſe, momento aquæ ſalientis ad eamdem altitudinem.

Hoc principio ruunt plerique modi quibus tentatus eſt motus perpetuus, nam in iis ut plurimum malè comparatur impetus acquiſitus ex caſu, cum reſiſtentia corporis quomodocumque aſcendentis. Unde quidquid dicatur apud me quærere motum perpetuum, & tempus terere ſunt idem. In quo unum moneo aſſerenti ſe vidiſſe motum perpetuum nunquam credendum eſſe: immò ſi vidiſſem ego, vix mihi ipſi fidem haberem.

PROPOSITIO XXXVII.

Theorema.

Impedimenta propter qua ſalientium verticalium altitudo, non adæquat aquæ perpendiculum.

Primum impedimentum erit aëris reſiſtentia, huic enim impedimento tribuimus multa cùm de acceleratione motûs gravium decidentium egimus. Nam per ſe loquendo funependulum ad tantam altitudinem deberet aſcendere, è qua deſcendit; ſed cum reſiſtat aër diviſioni, nec deſcendendo tantum impetum acquirat, quantum acquireret ſi nihil reſiſteret, & aër adhuc ob eandem rationem motui ejus ſurſum reſiſtat, decreſcunt ſemper ejus oſcillationes.

Secundum impedimentum erit ex diviſibilitate aquæ, nam in ſalientibus majoribus tanto impetu aſcendit aqua, ut in aërem incurrat, & in minutiſſimas guttas abeat, ex qua diviſione fit, ut majorem illæ guttæ ſuperficiem habeant; oſtendimus autem ex majori illa ſuperficie retardationem majorem oriri.

Tertium impedimentum orietur ex guttis anterioribus, in quas ſubſequentes incurrunt. Certum enim eſt aquam verticaliter erumpentem, majori celeritate initio ferri, quàm in fine, ſeu ſummitate ſalientis, ſecundùm regulam communem gravium ſurſum impulſorum, quorum impetus ſenſim minuitur à gravitate impetum contrarium producente. Cùm igitur quæ ſurſum eſt aqua, lentius feratur, quàm ſubſequens, hanc in illam incurrere neceſſe eſt. Inde fit ut aqua ſalientium ſit magis unita quam aqua, quæ præcipitatur. Dum enim præcipitatur, priores partes citiùs feruntur, & velociùs quàm ſubſequentes: unde ab illis diſtrahuntur; contra verò in ſalienribus priores expectant poſtremas

Digitized by Google

ſtremas:ex quo fit ut dum primò aperitur epiſtomium,altius aſcendat aqua,eò quòd primæ guttæ, ab aliis prioribus non retardentur. Deinde in ſalientibus præcisè verticalibus aqua decidens, aſcendentem remoratur; unde deficientes tantillum à perpendiculo cæteris paribus altiùs aſcendunt.

Quartum erit fontis inopia, ſi enim laxius ſit orificium ſalientis, quàm ut fons tanta velocitate erumpentem aquam ſuppeditare poſſit; non attolletur ſaliens pro ratione altitudinis fontis.Ex quo fit ut tubi pleni non ſint,atque adeò aqua premens non debeat ſumi ex ipſo fonte.Ex hoc defectu ſæpe accidit, ut ſaliens vix ſe exerat ſupra ſuperficiem aquæ, parum autem refert quoad hoc,an tubi ſint latiores an verò minores, eamdem enim aquam ſubminiſtrant.

Quintum impedimentum ex tubi parvitate proveniet, quod impedimentum intelligendum eſt. Oſtendimus enim ſupra tubi amplitudinem præcisè nihil facere, & aquam minori tubo contentam eſſe in æquilibrio cum aqua laxioris tubi: ex accidenti tamen poteſt aliquid efficere.Nam aqua minoris tubi multùm movetur, qui motus retardari poteſt à lateribus vaſis, præcipuè verò ſi ſcabritiem aliquam habeant. Nam etiamſi laxior tubus pro ratione foraminis virtualiter coarctetur, eò quòd ut plurimùm fiat intra aquam cylindrus deſcendens æqualis foramini,non ita tamen retardatur aqua dum aliam aquam attingit,quam dum in corpus durum incurrit,cujus partes ſecum trahere non poteſt.

Sextum impedimentum ex tuborum figura oriri poteſt. Et primò ſi alicubi nimis coarctetur tubus,nam ſatiùs eſſet tubum totum eſſe minus amplum,quàm ſi alicubi coarctetur.Deinde potiùs ſit circularis, quam quadratus, eò quòd ſub eadem amplitudine,minorem habet ſuperficiem: ſi flectitur tubus potiùs in orbem, quam in quadrum flectatur, frangitur enim ſæpe aquæ impetus. Tubus propè foramen in infundibulum deſinat, & orificium ſit exquiſitè lævigatum,ne diſpergatur aqua.

Ex his impedimentis oritur illa ſalientium irregularitas,notatumque eſt minores ſalientes reſpectivè, ad perpendiculum aquæ, majores eſſe eò quòd majores magis ſeparentur ab invicem,ideoque magis in aërem incurrant. Quidquid ſit, notatum eſt experientia perpendiculum aquæ pedum 4,habere ſalientem perpendicularem ſeu verticalem pedum $3\frac{1}{3}$. Ideoque perpendiculum ad ſalientem ſe habet ut 6 ad 5.

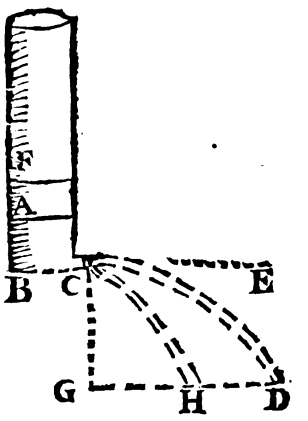
In aliis altioribus perpendiculis non obſervatur eadem ratio, nam ſæpe perpendiculum pedum 60, quod ſecundùm eam proportionem, ſalientem pedum 50, habere deberet, non habet ſalientem pedibus 40 altam. Unde quia nondum factæ ſunt ſufficientes experientiæ, nihil certi conſtitui poteſt, nec ullum ſyſtema excogitari. Si enim mutato lumine, ſeu foramine, altiùs aſcendat ſaliens, aut vitatis aliis incommodis, quæ ex ſcabritie, aut malâ tuborum compoſitione oriuntur, altiùs aqua ſalit; vitanda priùs eſſent omnia incommoda, ut ex aëris reſiſtentia, aquæ diviſibilitate, & gravitate ejuſdem, de proportione ſalientis, cum aquæ perpendiculo aliquid tandem aſſeri poſſet.

PROPOSITIO XXXVIII.

Theorema.

Salientes horizontales ſunt in ſubduplicata ratione perpendiculorum.

Antequam propoſitionem demonſtratione aliquâ fulciam.Nonnullæ ſunt afferendæ experientiæ à P. Mercenno depromptæ,circa longitudinem ſalientium horizontalium nempe pro vario perpendiculo aquæ in vaſe, ciſterna, tubis; varias etiam profert ſalientium longitudines.



Sit ergo tubus AB, & in eo perpendiculum aquæ,unius pedis,hoc eſt linea AB ſit unius pedis, & aqua perveniat uſque ad A, ſuppediteturque continenter nova aqua,ut nec decreſcat nec augeatur aqua,metitur lineam CE,quæ eſt longitudo ſalientis. Supponit exinde augeri aquam uſque ad F, & iterum metitur longitudinem ſalientis, invenitque eam longiorem eſſe, & ita deinceps. Ita ut in tubo cujus baſis ſit unius pedis, & altitudo item unius pedis,ſaliens ſit ferè duorum pedum;ſi aqua perveniat ad F, ſitque AF duorum pedum, longitudo ſalientis ſit duorum pedum cum dimidio, & ita deinceps ut figura exhibet.

Pedes perpendiculi aquæ.	Longitudo ſaliens horizont. pedes lineæ.	
1	1.	10
2	2.	6
3	3	
4	3.	5
5	4	
6	4.	4
12	5.	6
18	6.	6
26	8	
50	10	

Dico ergo perpendicula aquæ in tubo eſſe in duplicatâ ratione ſalientium horizontalium,ſaltem ex natura rei. Nam longitudo ſalientis horizontalis ex natura rei, proportionalis eſt velocitati aquæ. Cum enim præcisè motui horizontali non reſiſtat gravitas; ſed tantum addat deſcenſum,eodem tempore in diverſis ſalientibus addet eundem, ſeu æqualem deſcenſum; ponamus ergo lineam CG, eſſe deſcenſum additum aquæ propter gravitatem intra minutum ſecundum,ſitque GH longitudo horizontalis, perpendiculo unius pedis, & GD longitudo ſalientis ex perpendiculo duorum pedum. Dico GH ad GD, eſſe in ſubduplicatâ ratione

Digitized by Google

ratione lineæ AB, ad lineam FB; ſic enim intelligenda longitudo horizontalis ſalientis.

Demonſtratio. Intervallum GH eſt illud ſpatium, quod percurret aqua, vi impetus impreſſi ab aquâ AB premente, interea dum gravitas defert aquam à linea CE ad lineam GH; & linea CE eſt id quod percurritur ab aquâ vi impetûs impreſſi ab aquâ FB, eodem tempore, quo nempe gravitas defert aquam à linea CE ad lineam GH; ſed ſpatia quæ percurruntur eodem tempore, ſe habent ut velocitates, ut patet, velocitates autem (*per cor. 25. hujus*) ſe habent in ratione ſubduplicatâ altitudinum tuborum; ergo & longitudines ſalientium horizontalium in eâdem ratione ſubduplicatâ erunt. Quod erat demonſtrandum.

Multa hîc Mercennus de figura ſalientium, tam horizontalium quam mediarum congerit: & de ſectionibus conicis lemmata nonnulla præmittit. Præcipuè verò expendit an ſalientes ſint parabolicæ. Probatum autem eſt à nobis lineam projectorum parabolicam eſſe, à qua neceſſariò aqua deflectit propter facilem diviſionem, & aëris reſiſtentiam: ideoque iis non immoror diutiùs, ut utilibus adhæream.

AD PROPOSITIONES DE AQUIS CVRRENTIBVS OBSERVATIONES.

Reſtat poſtquam varias fontium proprietates explicuimus, ut de fontium curſu, ſeu de fluminibus aliquid dicamus, quæ materia utiliſſima eſt, & ad praxin facilè deduci poteſt. Quod autem de fluminibus, & eorum alveis dicemus, de canalibus, & tubis intelligendum eſt.

Vocamus in hac materia fluminis ſectionem, capacitatem alvei, hoc eſt intelligendo planum quodcumque verticale ad fluminis curſum, & ad ſuperficiem aquæ perpendiculare: quidquid in eo plano ab aquâ tangetur, vocabitur fluminis ſectio. Ut ſi alveus ſit parallelepipedum aliquod, eius ſectio erit parallelogrammum; ſi alveus ſit ſemicylindrus, eius ſectio erit ſemicirculus. In alveo parallelepipedo, ſectio habetur, ſi alvei latitudinem per altitudem ſeu profunditatem multiplices. In pleriſque tamen fluminibus alveus eſt irregularis, & potiùs circularis. Certum eſt enim majorem eſſe circa medium alveum, aquæ profunditatem: unde accidit ut ejuſdem fluminis ſectiones variæ ſint & inæquales.

Si quis aquam per alveum defluentem metiri velit, non ſectionis magnitudinem tantum, ſed etiam velocitatem computare debet. Si enim nonnunquam per idem lumen, dupla, aut etiam tripla fluit aqua, eò quòd velociùs feratur, quidni per ſectiones æquales inæqualis fluet aquæ copia, & contra per æquales inæqualis.

Eædem enim accidunt circumſtantiæ fluminum, & rivorum alveis, quæ fontium canalibus, & erogatoriis. Ponamus enim aquæ ductum cujus ſectio ſit triginta digitorum quadratorum, ſed aqua in eo ſatis lentè fluat. Si derives per foramina quinque digitos, inſertis ſcilicèt tubis, in parte inferiori canalis, unde cum aquæ perpendiculum ſuperet foramina, pluribus digitis, velociùs per ſingulos tubos feretur aqua, quàm moveatur in alveo, unde accidit ut per quinque foramina, media forſitan pars aquæ exhauriatur, reſtentque tantum quindecim digiti aquæ in alveo, exiſtimet tamen aquilex ſe 25 adhuc habere reſiduos. Idem proportione quâdam in fluminum alveis cogitandum eſt.

Antequam autem aliquas de hac materia propoſitiones faciam, nonnulla præmittenda ſunt quaſi axiomata.

1. Sectiones æquales, & æquè veloces, æquali tempore æqualem aquæ copiam effundunt. Intelligo autem per hanc vocem (æquè veloces) in quibus aqua fluit æquali velocitate.

2. Sectiones æqualem aquæ copiam effundentes æquali tempore, ſi velocitatem habeant æqualem, ſunt æquales.

4. Sectiones æquales, æquali tempore æqualem aquæ copiam profundentes, ſunt æquè veloces.

4. Sectiones inæquales æquè veloces, æquali tempore profundunt aquam in proportione ſectionum.

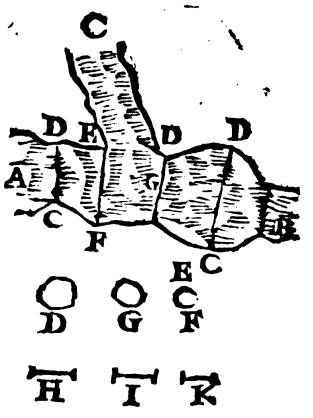
5. Sectiones æquales, profundunt æquali tempore aquam in proportione velocitatum.

PROPOSITIO XXXIX.

Theorema.

Quamdiu fluvius in eodem ſtatu permanet, æqualis aqua per omnes illius ſectiones fluit.

Sit fluvius AB, cujus ſectiones ſint inæquales, permaneatque fluvius in eodem ſtatu per aliquos dies: dico tantumdem aquæ fluere per ſectionem majorem C D, ac per minorem E F.



Si enim tanta aquæ copia non fluat per E F, ac fluit per C D ſuperiorem; ponamus inter C D & E F contineri centum dolia aquæ, cum intra ſemihoram fluxerint per C D quinquaginta dolia, & per F E tantum 30, ergo aquæ inter C D, & F E interceptæ addentur quinquaginta dolia, & detrahentur tantum triginta; ergo major eſt copia aquæ inter CD, & FE, quàm erat antea. Quare intumeſcet fluvius, contrà ſuppoſitionem; ſupponimus enim fluvium aliquandiu in eodem ſtatu permanere.

Eodem modo oſtendam ſi minor aquæ copia flueret per FE, quàm per CD, intra breve tempus minorem fore aquæ copiam, inter eas ſectiones quàm antea; atque adeò debere aquam decreſcere; contra ſuppoſitionem.

Compenſatur igitur ſectionis exilitas, velocitate. Ita experimur in fluviis quotieſcumque alveus eſt minùs latus, toties velociùs aquam fluere.

PROPOSITIO XL.

Problema.

Quomodo metienda fluminis velocitas.

Ut habeatur fluminis velocitas, volunt nonnulli ut aquæ globus ligneus, aut galla imponatur; si enim metiaris tempus quo à puncto A ad punctum B defertur; habebitur eius velocitas. Si magnitudinem alvei à puncto A ad punctum B cognoscas, ex utraque, nota fiet aquæ copia quæ eo tempore per fluvium præterlabitur. Sed primò dubitatur ab aliquibus, utrum corpus innatans aquæ, eâdem velocitate feratur quâ aqua. Videtur enim navis onusta, solo defluentis aquæ motu delata, tardiùs ferri quàm exonerata. Secundò certum est quod si corpus multùm emineat ex aqua, sitque ventus adversus; lentiùs procedet quàm aqua, immò sæpè defluente aquâ ascendet. Tertiò ventus alterare potest superficiei aquæ cursum, ita ut in adversam sæpe feratur partem, interea dum aqua profundior consuetum iter habet. Quartò certum est non omnes, & singulas fluminis partes secundùm latitudinem eâdem velocitate procedere, ut experientia constat, sive inferior à superiori prematur ad cursum, eò quod sit majus perpendiculum, sive quia superior casum majorem habere videtur. Dubitatur item utrum eadem sit aquæ superioris, & inferioris velocitas.

Ne tamen nihil dixisse videamur, id experiri poterimus hastâ ligneâ, cujus extremitati pondus aliquod appendes, ut recta stare, non tamen omninò mergi possit; si enim inclinetur hasta, signum erit esse inter utramque velocitatem, aliquam differentiam. Si pars eminens extra aquam antrorsum feratur, velocior erit motus superficiei, quàm aquæ inferioris, vel è contra, si in adversam partem inclinetur. Ex tempore autem quo inclinabitur, utriusque motus differentiam cognoscemus; quâ semel cognitâ differentiâ, non erit ampliùs hastâ utendum, sed tantùm globo ligneo, aut certè atramento inficienda aqua, ut ex motu illius maculæ patefiat motus aquæ. Ex his velocitatibus superficiei aquæ, & aquæ profundioris componetur una totalis, & media.

PROPOSITIO XLI.

Theorema.

Si duæ sectiones fluminis, aut duo foràmina, æquali tempore, æqualem aquam tribuant, erit reciprocè ut sectio ad sectionem; ita velocitas ad velocitatem.

Sint duæ sectiones C D, E F, ejusdem fluvii, aut diversorum, parùm interest. Pariter sint duo lumina, quæ æquali tempore æquales aquas tribuant; dico ita esse sectionem C D ad sectionem FE, aut lumen CD ad lumen FE; sicut velocitas aquæ in sectione F E, ad velocitatem aquæ in sectione aut lumine C D. Detur enim sectio G, æqualis sectioni C D, sed in qua velocitas aquæ æqualis sit velocitati quam habet aqua in EF.

Demonstratio. Aqua fluens per C D ad aquam fluentem per G, (*per axioma* 4.) se habet ut velocitas aquæ in C D ad velocitatem aquæ in G, quæ cum sit eadem cum velocitate in EF, ita se habebit ut velocitas in C D ad velocitatem in EF. Pariter cum sectiones E F & G, velocitatem habeant æqualem (*per* 5. *axioma*) ita erit aqua fluens per EF, hoc est aqua fluens per CD, cum sint æquales, ad aquam fluentem per G; ut sectio FE ad sectionem G, seu ad sectionem CD, cum sint æquales; ergo ita est velocitas in CD, ad velocitatem in E F; sicut sectio E F ad sectionem C D. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XLII.

Theorema.

Aqua fluens per unam sectionem, ad aquam fluentem per aliam, est in ratione compositâ ex rationibus sectionis ad sectionem; & velocitatis ad velocitatem.

Sint duæ sectiones C D, E F, aut duo lumina; dico rationem aquæ fluentis per C D ad aquam fluentem per E F, esse compositam ex ratione sectionis CD, ad sectionem EF; & ex ratione velocitatis in C D, ad velocitatem in E F. Hoc est si fiant tres lineæ H, I, K, sitque ut velocitas in CD ad velocitatem in EF, ita H ad I, & ut sectio C D ad sectionem E F, ita I ad K, dico ita esse aquam in C D ad aquam in E F, sicut H ad K. Sit enim sectio G, æqualis sectioni CD, & in eâ, aqua velocitatem eandem habeat, ac in EF.

Demonstratio. Aqua fluens per CD ad aquam fluentem per G, æquali tempore, erit (*per* 5. *axioma*) ut velocitas in CD ad velocitatem in G; hoc est ad velocitatem in EF, seu ut H ad I. Pariter erit aqua fluens per G ad quam fluentem per FE, ut sectio G, seu sectio C D, cum sint æquales, ad sectionem EF, seu ut I ad K. Cùm ergo sint tres magnitudines; aqua per C D, aqua per G, & aqua per E F, quæ se habent ex æquo, ut lineæ H, I, K, (*per* 22. 5.) erit ut aqua per CD ad aquam per FE, ita H ad K. Quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Quod dixi de sectionibus, intelligi potest de duobus fluviis; si enim comparentur duæ quælibet sectiones duorum fluviorum, adjunctis tamen velocitatibus quas aqua in iis obtinet, habebitur ratio aquæ, quæ tribuitur ab uno fluvio, ad aquam quæ fluit eodem tempore per alium fluvium. Ut, sint duo fluvii A, & C, sitque sectio fluvii A ad sectionem fluvii C, ut 4 ad 3, & velocitas aquæ in ea sectione fluvii A, ad velocitatem quam habet in propositâ sectione fluvii C, ut 6 ad 5. Sumantur numeri paulò majores nempe pro 4 & 3, Sumantur 16 & 12, fiatque ut 6 ad 5, ita 12 ad 10: dico ita esse aquam fluvii A ad aquam fluentem eodem tempore per fluvium C, ut 16 ad 10, seu ut 8 ad 5, vel meliùs; Multiplica sectionem fluvii A, nempe 4, per ejusdem velocitatem, nempe 6, & habebis 24: Pariter multiplica sectionem fluvii C, nempe 3, per ejusdem velocitatem seu per 5, fient 15. Dico ita esse aquam fluvii A ad aquam fluvii C, intelligendo semper de illa, quæ præterlabitur æquali tempore, ut 24 ad 15, seu ut 8 ad 5.

PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO XLIII.

Theorema.

Velocitas fluminis influentis in alium, ad velocitatem quam habet in alieno alveo, habet rationem compoſitam, ex ratione latitudinis 2, alvei ad latitudinem 1, & ex ratione intumeſcentiæ 2, ad altitudinem primi.

Sit igitur fluvius AB, in quem immitti debet torrens C D; quæritur quam velocitatem habeat in fluvio A B, aqua torrentis C D. Dico itaque velocitatem C D, ad velocitatem A B, habere rationem compoſitam ex ratione latitudinis alvei AB, ad latitudinem alvei CD, & ex ratione intumeſcentiæ in A B, ad profunditatem CD. Conſideretur enim aqua C D, quaſi extenſa ſupra ſuperficiem prioris aquæ in alveo AB, & per intellectum ſeparetur ab aquâ ſibi ſuppoſita.

Demonſtratio. Cum æqualis aqua fluat per CD, & per AB, (loquimur enim tantùm de aqua quæ advenit de novo) erit (*per 40. hujus*) ut ſectio AB, ad ſectionem CD ita velocitas in CD ad velocitatem in AB; ſed ſectio AB ad ſectionem C D, eſt in ratione compoſita latitudinis ad latitudinem, & altitudinis ad altitudinem, ergo (*per 23.6.*) ratio velocitatis CD ad velocitatem AB, æqualis eſt rationi compoſitæ ex altitudine alvei AB ad altitudinem alvei CD, & ex ratione latitudinis A B ad latitudinem C D. Quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM.

Cognitâ velocitate quam habet aqua in C D, item velocitate quam habitura eſt in A B, item datâ alvei C D altitudine & latitudine, item latitudine AB dabitur intumeſcentia ſeu augmentum fluvii A B. Quod in exemplo manifeſtum reddo. Sit enim velocitas in C D ad velocitatem in AB ut 4 ad 3, item ſit altitudo in CD 10 pedum, latitudo 20, & latitudo AB 30. Quæritur quanta ſit intumeſcentia in AB; pro 4 ad 3. ſume majores numeros 16 ad 12, & ex ratione 16 ad 12 aufer rationem 30 ad 20. Fiat ut 30 ad 20, ita 16 ad $10\frac{2}{3}$: igitur ratio intumeſcentiæ in AB ad altitudinem in C D, ſeu 10, eſt ut $10\frac{2}{3}$ ad 12, & viciſſim altitudo in C D ſeu 10, ad intumeſcentiam in AB ut 12 ad $10\frac{2}{3}$. Fiat ergo ut 12 ad 10 & $\frac{2}{3}$ ita 10, ad $8\frac{10}{12}$, dico intumeſcentiam in AB eſſe $9\frac{10}{11}$.

Quare vides non tantum habendam rationem latitudinis & utriuſque alvei, aut profunditatis, ſed etiam velocitatis, quam habet aqua in utroque alveo. Unde parvus torrens, ſed velociſſimus, multum augebit fluvium lentum. Ex quo ſequitur etiam non ſemper fluvium eodem modo intumeſcere, licèt eadem quantitas aquæ in eum influat, ſi enim aliunde jam tumidus fuerit, & velox, etiamſi illi æqualis fiat aquæ acceſſio, non tamen propterea æqualiter intumeſcet, ſaltem ex eo capite. Adde quod tunc ut plurimum alvei ſunt latiores, quia teguntur aquis multæ terræ, quæ antea erant detectæ.

Multa autem in hac materia ſunt conſideranda, præcipuè verò æſtimatio velocitatis, quæ cum in toto alveo æqualis non ſit, ideo exacta eſſe non poteſt æſtimatio.

PROPOSITIO XLIV.

Theorema.

Augmenta fluvii ab eadem aquâ immiſsâ, à torrente aucti, ſe habent in reciproca ratione velocitatum in flumine acquiſitarum.

Sit flumen A, in quod diverſis temporibus, eandem aquam immittat torrens C D, dico quod intumeſcentiæ ſe habebunt in reciproca ratione velocitatum. Quod ita explico. Idem torrens immittere poteſt eandem aquæ copiam, in fluvium vel humilem, vel in jam tumidum; non augebitur tamen eodem modo fluvius; ſed ſi fuerit fluvius velox additamentum parvum erit.

Demonſtratio. Cum per duas ſectiones æqualis fluit aqua ſectiones, & velocitates ſunt reciprocæ; ſi ergo conſideretur ſeorſim aqua, à torrente in fluvium immiſſa, ſectiones per quas fluit, in his duobus caſibus, ſe habent ut altitudines, cum eadem ſit latitudo fluvii: ergo altitudines ſectionum, ſeu incrementa, ſe habent in reciproca ratione velocitatum; quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM.

In his ſupponimus fluvium in omnibus ſuis partibus æqualiter moveri, aut loquimur de illa parte alvei, cujus velocitas ut æquabilis aſſumi poteſt: quam Benedictus Caſtellus vocat altitudinem vivam.

PROPOSITIO XLV.

Theorema.

De cauſis intumeſcentiæ fluminis.

Flumina præcisè intumeſcere non poſſunt, niſi ſit in alveo major aquæ copia, quam anteà: poteſt tamen fieri ut ſit in alveo major aquæ copia, etiamſi conſueta tantum aqua in ipſum influat, ſi nempe minuatur eius velocitas. Impeditur autem velocitas à reflante vento in partes contrarias, & impediente motum eius conſuetum, licèt ut plurimum hoc impedimentum non ſit adeò magnum, eò quòd ventus ſummam tantum ſuperficiem perſtringat, aqua profundiore conſuetam velocitatem habente. Intumeſcentia maris, multùm officit curſui fluminum, & velocitatem eius remoratur, cum careat conſuetâ cadentia. Mare non tantum ab æſtu, ſed etiam à vento valido intumeſcere poteſt: cui malo nullum eſt remedium niſi aggerum altitudo. Neque ſi alveus eſſet latior propterea impediretur hæc fluminis intumeſcentia, modò mare, aliquot diebus in eadem altitudine perſeveraret. Unde vides quàm malè rem intellexerit qui Tiberis inundationibus occurrere poſſe exiſtimavit, ſi excavaretur foſſa capax illius aquæ, quæ à rivulis, & minoribus fluviis in Tiberis alveum importatur. Neque enim hæ impenſæ immenſæ licèt, huic malo mederentur. Cum enim hæc intumeſcentia non oriatur ex inſolito aquarum influxu, ſed ex augmento maris, hæc foſſa quæcumque tandem foret marinis aquis impleretur niſi aggeres, haberet elatos, facilius autem foret Tiberis aggeres augere, quam foſſam tam immenſam exca-

vare & aggeribus iisdem munire. Aliud eidem malo remedium excogitatum fuit, nempe cum experientia compertum esset, flante præcipuè siroco, Tiberim intumescere, eò quòd aquam maris in ipsum Tiberis alveum immittat, nonnulli crediderunt, si alius alveus ad aliam plagam obversus excavaretur, fore ut non ita intumesceret. In quo multa consideranda essent, & primò an mare in toto littore non augeatur flante siroco, si enim eius intumescentia est ita universalis ut in toto littore Italiæ inveniatur; supervacanea foret illa cautela.

Flumina autem ut plurimum procul à mari sæpè magis intumescunt, quam prope mare; quod animadvertitur in Pado, in quo sufficit prope mare ut aggeres aquæ consuetæ superficiem quinque pedibus superent, in locis remotioribus requiruntur 20 pedes, quod puto tribuendum majori alvei latitudini.

Ut ergo meliùs intelligatur fluminum decrementum, aut augmentum quod sæpè ex retardatione, aut incitatione aquæ oritur.

Sciendum est primò velocitatem fluvii oriri ex declivitate alvei, quæ ope libellationis cognoscitur, & de quâ adhuc inferiùs, 2, ex præconcepto impetu sæpè flumina velocitatem habent, eò quòd per alveum valde declivem aliquandiu decurrerunt, tantam velocitatem aqua potest concipere, ut alveum horizontalem facilè pertranseat.

Rectitudo alvei juvat aquæ cursum quia cæteris paribus fit major inclinatio, quia longior alveus ut est sinuosus, sub æquali spatio minorem facit cadentiam. Secundò in sinuosis alveis retardatur ad ripas impetus aquæ: affectant sæpe flumina hujusmodi sinuositates ex causis per accidens quod inæquales ripas arrodant.

Quæritur deinde an meliùs sit alveum esse latiorem, quam arctum, & an aqua faciliùs, & velociùs fluat in uno quam in alio. Et primò quidem consideranda est illa retardatio, quam patitur aqua, dum fricat & tangit alveum. Nam inæqualitates alvei haud dubiè aquam remorantur; sicut inæqualitates tabulatorum in navibus earum motum imminuunt: & secundum eam considerationem, alveus cujus superficies major esset; majorem etiam aquæ moram afferret. Ita tubos cylindricos cæteris præferimus, quia figura cylindrica constans circulari; minorem habet superficiem quam prismata ejusdem capacitatis.

Quæri secundò potest an aquæ cursus tam inhibeatur, eò quòd aqua fundo horizontali insistat, ac quod ripis adhæreat, atque adeò an magis aqua ex inæqualitatibus fundi retardetur, quàm ex riparum inæqualitatibus: crediderim ex inæqualitatibus fundi; quia inæqualitates fundi aquam ad ascensum cogant, inæqualitates vero riparum, detorquent motum, horizontaliter tantum: gravia autem præcisè motui horizontali non resistunt. Cætera hujusmodi ad praxin utilia considerari possunt.

PROPOSITIO XLVI.

Theorema.

Aucto fluvio, quantitas aquæ fluentis, ad quantitatem pristinam, habet rationem compositam, ex ratione altitudinis, & ratione velocitatis.

Sit fluvius qui crescat liquatis nivibus, aut aliâ quâcumque ratione; fiatque comparatio aquæ fluentis post incrementum cum aqua pristina. Dico rationem aquæ ad aquam, esse compositam ex ratione altitudinis, & velocitatis.

Demonstratio. (*Per 41. hujus*) aqua fluens, vel in duobus fluviis; vel in duabus sectionibus fluvii; habet rationem compositam ex rationibus sectionum, & rationibus velocitatum: & cum sectionum sit eadem latitudo (*per 1. 6.*) se habebunt sectiones, ut altitudines; igitur aqua, ad aquam habet rationem compositam, ex ratione altitudinum, & ex ratione velocitatum; quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XLVII.

Theorema.

Quomodo aqua fundum excavent.

Primò certissimum est non posse aquam excavare fundum præcisè quòd gravitet. Quia cum terra majoris sit gravitatis in specie quàm aqua, vi solius gravitationis attolli non potest, aut loco dimoveri. Excavat autem dum se in poros insinuans, ab alia aqua currente trahitur & rapitur, secumque etiam terram avehit; præcipuè verò quando est inæquale solum, aqua in eas inæqualitates impingens, eas arrodit. Ita dum alveus excavandus est, sulcari tantum debet solum, aqua enim præterfluens, terram secum auferet. Maximè verò dum præcipitatur, fundum excavat, ex concepto per casum impetu. Ita ut in iis aggeribus quos ad dandam aquæ cadentiam construimus, ad machinas hydraulicas, opus sit post casum, lapidibus solum sternere, ne aquæ casu excavetur. Quod autem diximus de fundo, intelligendum etiam est de ripis, immò aggerum terra mollior reddita sæpè gravitate sua in fluvium decidit; quare multi ut meliùs ripas conservent, ultrò inæqualitatem omnem auferunt; & prominentes partes disjiciunt, neque enim aqua tolleret omnem inæqualitatem; sed unam auferendo aliam produceret.

Post maxima aquarum incrementa, si celeriter fluvii detumescant; disjiciuntur aggeres. Nam terra mollior, faciliùs dilabitur, ubi sustentari desinit: aqua enim sæpe terram continet, dum in eam gravitat; ubi verò eam molliorem redditam statim deserit, ad casum trahit. Quod si fluvius sensim decrescat non est tantum periculum, quia ripa sensim exsiccatur, & indurescit.

PROPOSITIO XLVIII.

Problema.

Quomodo derivatione minuantur fluminum aquæ; & exsiccentur paludes.

Quia hæc in usum communem venire possunt, fiuntque in hâc materia à multis propositiones ridiculæ, ideò nonnulla de hac subjicienda censui. Quæsitum fuit aliquando, an derivatione flumina minuerentur, assertumque ab aliquibus non minui. Quia scilicèt si deriventur aquæ, fluvii velocitas minor erit, & ex minori velocitate intumescet. Quæ ratio nullius est momenti, eò quòd manifestæ repugnet experientiæ. Primò

Digitized by Google

Primò videmus quotieſcumque flumina in duos aut plures ramos dividuntur, toties decreſcunt. Secundò ubicumque latiorem habent alveum, toties minùs etiam profundum habent. Tertiò ſi hæc ratio valeret cum additâ novâ aquâ creſcat velocitas, deberet fluvius minui. Fateor quidem & additâ novâ aquâ creſcere velocitatem, & ex incremento velocitatis, impediri aliqua parte ejus incrementum, non tamen omninò. Unde diximus ſuprà, non quotieſcumque dupla aqua in fluvium influit, toties duplicari fluvii profunditatem : aſſero tamen infusâ novâ aquâ, verè eum intumeſcere. Ratio eſt quia velocitas creſcit, aut minuitur in ratione ſubduplicata altitudinis fluvij: unde ſi fluvius mediâ altitudine detumeſcat, aquæ inferioris, quæ reſtat velocitas non duplò minor erit. Quare ſimpliciter aſſeri debet, & immiſſione novæ aquæ, fluvium intumeſcere, & derivatione minui, non tamen ſecundùm rationem aquæ immiſſæ aut derivatæ. Nam fluvii ſectio ſe habet per modum luminis, unde quotieſcumque majus eſt aquæ perpendiculum, toties eſt major velocitas.

Ita derivatione paludes exſiccantur, ad hoc autem neceſſarium eſt, fundum eſſe altiùs vicinis fluminibus, aut mari, ut derivatio facilis ſit, immò debet multis pedibus ſuperare aquarum in fluvio vicino exiſtentis ſuperficiem; ſubſidunt enim ſæpè poſt exſiccationem ea, quæ propter cœnum, & lutum antea altiora videbantur.

Secundò ſi accidat paludem altiorem eſſe fluvio dum depreſſus eſt, humiliorem autem, eodem intumeſcente, primò quidem aggeribus continendus eſt fluvius, ne in paludem exundet. Deinde alveus quo palus in fluvium exoneratur cataractis inſtruatur, quæ demittantur dum intumeſcet fluvius, eleventur dum humilis erit. Quia tamen fieri poteſt ut non advertente cuſtode, cui nempè attollendi, & demittendi cataractas cura eſt demandata, intumeſcat de repente fluvius; fiunt portæ, quæ ex parte fluvii aperiri poſſint, ſic enim dum fluvius in paludem influet, ab aqua fluvij influente claudentur; at verò aperientur ab aqua paludis in fluvium influente.

Si abſolutè palus fuerit fluvio, aut vicino mari humilior poſtquam aggeribus cohibitus omnino, maris aut fluvii in paludem influxus, ad machinas recurrendum eſt, quæ aquam ex paludibus hauriant. Multas autem in ſequenti tractatu machinas deſcribemus.

Ita in Hollandia machinis hydraulicis à vento agitatis paludes mari humiliores exſiccant. Pariter ſi propè paludem eſſet rivus, facilè excogitari poſſet machina, quæ moveretur à fluxu rivi, & aquam ex palude hauriret. Ne tamen fiant machinæ quotieſcumque majores ſunt paludes, fonteſque perennes, & copioſos habent, tunc enim nullæ machinæ ſufficere poſſunt.

Tertiò exſiccantur paludes ſi injiciatur humus, & attollatur fundum, vel alluvione ſi immittatur rivus aut torrens, eo maximè tempore, quo cœnoſus eſt. Si enim tunc in paludem injiciatur poſt tres dies cœnum deponet, ita alicubi vidi agrum arenoſum, & inutilem, ſuperinducto ſæpe rivulo, eo maximè tempore, quo cœnoſus erat ſecumque optimam terram deferebat in feracem evaſiſſe. Fiebant enim aggeres, qui inductas rivi aquas continere poſſent, poſt triduanam autem quietem dimittebatur aqua; ſinguliſque vicibus duobus aut tribus digitis ſolum aſſurgebat.

PROPOSITIO XLIX.

Theorema.

De cadentia fluvii, ut aqua currat.

Diximus ſupra neceſſarium eſſe, adhoc ut aqua fluat terminum ad quem depreſſiorem eſſe termino à quo. Quæritur autem in fluviis quænam elevatio requiratur, ut fluant, quænam ut cum velocitate aliqua. Loquor autem ſimpliciter de depreſſione verâ, non autem tantum reſpectu lineæ horizontalis; ſed reſpectu circuli per terminum ad quem tranſeuntis.

Omnibus penſatis ad motum ſimplicem aquæ requiritur declivitas ſemipedis in ſingula milliaria; communiter unius pedis, quæ ſit vera declivitas, non ſumpta penes horizontalem lineam, termini à quo, ſed penes circulum. Duo aut tres pedes declivitatem ſufficientem exhibebunt ad fluxum notabilem.

PROPOSITIO L.

Theorema.

Quando flumen excreſcit in altitudinem vivam, velocitas nova ad velocitatem priſtinam eſt in ſubduplicata ratione altitudinis.

Hæc propoſitio eſt contra Benedictum Caſtellum, qui referente Ricciolio vult in tali caſu velocitates ſe habere ut altitudines, eique bonum ſenſum conatur attribuere idem Pater.

Nam altitudines vivæ ſe habent ut perpendicula tuborum, & alveus fluminis quaſi lumina; ſed velocitas creſcit in ratione tantum ſubduplicata altitudinum tuborum; igitur velocitates in eadem tantum ratione ſubduplicatâ altitudinum vivarum procedent.

Quod enim voluit Pater Ricciolius ut aqua in termino à quo creſceret ſupra aquam in termino ad quem. Ponamus verbi gratiâ Rhodanum intumeſcere uno pede, etiamſi ejus aqua in termino à quo, paulò elevatior ſit, non video tamen quomodo hæc mutatio in declivitate alvei nempe unius pedis ſupra 100 leucas aliquid efficere poſſit. Dicendum igitur eſt aquam inferiorem à ſuperiori compreſſam velociùs fluere, nam ſi ſuperioris aquæ ſuperadditæ impediretur curſus, inferior tamen quaſi per lumen ſeu foramen flueret, velocitate majore, quæ nempe ſe haberet in ratione ſubduplicatâ altitudinum. Unde etiamſi non impediatur curſus aquæ ſuperioris, eodem tamen modo fluit inferior, & ſecum ſuperiorem trahit, & avehit.

PROPOSITIO LI.

Theorema.

Quando flumen excreſcit in altitudinem vivam, aqua quam poſt incrementum tranſmittit, ad eam quam antea tranſmittebat habet proportionem compoſitam ex ratione altitudinum & ſubduplicatâ ratione altitudinum.

Sit flumen cujus altitudo 8 pedum, creſcat ad altitudinem 18 pedum, ſitque ratio ſubduplicatâ rationis 8 ad 18, ratio 8 ad 12. Dico aquam quæ

Digitized by Google

transmittitur post incrementum, ad aquam quæ transmittebatur antea, esse in ratione composita, ex ratione 8 ad 18, & 8 ad 12. Fiat ut 8 ad 18 ita 12 ad 27. Dico esse aquam post incrementum ad aquam anteriorem, eodem tempore fluentem non ut 8 ad 18; sed ut 8 ad 27.

Demonstratio. Aqua post incrementum, ad aquam post decrementum, est in ratione compositâ, & ex ratione velocitatum, seu subduplicata altitudinum, & ratione sectionum; sed sectiones eandem latitudinem habentes sunt ut altitudines (*per* 1.6.) igitur aqua fluens post incrementum, ad aquam pristinam, est in ratione composita ex ratione altitudinum, & subduplicatâ earumdem altitudinum.

COROLLARIUM.

Ex hoc vides falsum esse aquas istas se habere in ratione duplicata altitudinum, & consequenter omnes propositiones & praxes, quæ in hac proportione duplicata fundantur falsas esse.

PROPOSITIO LII.

Theorema.

Quanta aqua addenda sit, ut fluvius uno pede crescat respectivè ad aquam fluentem.

Sit fluvius quicumque cujus altitudo nota sit verbi gratiâ pedum 9, quæritur quantùm aquæ illi addendum sit, ut crescat uno pede seu an dupla, an tripla. Nam absolutè aqua addenda cognosci non potest, nisi fluvii velocitas cognoscatur. Igitur cum altitudines se habeant ut 9 ad 10: inter 9 & 10, quæratur media proportionalis, aut inter 90 & 100; nempe $95\frac{72}{190}$ fiatque 90 ad 95, ita 10 ad $10\frac{1}{2}$ circiter. Erit aqua tota quæ fluet post incrementum; ad eam quæ antea fluebat, ut $10\frac{1}{2}$, ad 9, & ea quæ addi debet ad aquam fluminis ut $1\frac{1}{2}$, ad 9. Quare fluvius sextâ parte minor, sed ejusdem velocitatis illud augmentum præstare posset, in alveo regulari.

COROLLARIUM I.

Eâdem methodo scies quanta aqua derivanda sit, ut flumen detumescat quantùm volueris, quod usui etiam esse potest circa fontium erogatoria.

COROLLARIUM II.

Datâ quantitate aquæ fluentis, sub duabus altitudinibus ejusdem alvei regularis, & data una altitudine, invenire alteram altitudinem. Hoc corol. est tantum conversio præcedentis propositionis.

PROPOSITIO LIII.

Theorema.

Datâ altitudine viva fluminis, & aquæ quantitate per ejus alveum defluentis, aut ejus velocitate, & sectione, datâ insuper quantitate aquæ fluentis æquali tempore in torrente influente, seu dato ejus alveo, & velocitate scire quanta sit futura fluminis intumescentia.

Sit flumen A, cujus sciatur altitudo viva, item nota sit quantitas aquæ, per ejus alveum fluentis tempore determinato, quæ innotescet ex velocitate, & latitudine alvei, sit item cognita quantitas aquæ fluentis eodem tempore, per alium fluvium, aut torrentem B, influentem in fluvium A; quæritur quantùm intumescere debeat fluvius A, si in ejus alveum immittatur fluvius B.

Inter aquam à fluvio solo A transmissam, & aquam post immissionem torrentis B, fluentem, quærantur duæ mediæ proportionales methodo in quarto l. Geometriæ explicatâ. Dico ita esse altitudinem vivam fluvii A solius, ad altitudinem vivam ejusdem receptâ aquâ torentis B, sicut quantitas prioris aquæ ad secundam mediam proportionalem. Quod antequam demonstrem ratione, exemplo explicandum censeo. Sit fluvius A, devolvens intra minutum 2000 exapedas cubicas; sit alius torrens intra idem minutum exapedas cubicas 1000 devolvens, qui influat in fluvium A, inter 2000 & aggregatum ex 2000, & 1000, seu 3000, quærantur duo medij proportionales 2500. 2620, circiter sitque altitudo viva fluminis A, ante influxum alterius pedum 35. Fiat ut 2000 ad remotiorem mediorum proportionalium, nempe 2630, ita 35 pedes ad 46. Dico intumescere fluvium A 11 pedibus, seu fore ejus altitudinem totalem pedum 46.

Demonstratio. (*Per* 49.*hujus*) aqua quæ transmittitur per alveum fluminis A, postquam excepit torrentem B; ad aquam pristinam, seu 3000, exapedæ cubicæ ad 2000, habent rationem compositam, ex ratione altitudinum, & subduplicata ratione altitudinum. Ergo si dividatur ratio numeri 3000, ad numerum 2000, in duas rationes quarum una sit duplicata alterius, ratio duplicata erit ratio altitudinum. Inventis autem duabus mediis proportionalibus, id præstamus. Cum enim sint numeri isti continuè proportionales 2000. 2300. 2630. 3000 circiter, erit ratio 2000 ad 2630, duplicata rationis 2630 ad 3000. Nam ut procedatur à numero 2000, ad 2630, bis repetitur ratio æqualis, rationi 2630 ad 3000: ergo ratio 2000 ad 2630, erit ratio altitudinum. Ut autem 2000 ad 2630; ita 35 pedes, prior altitudo, ad 46 pedes altitudinem quæsitam, quam habebit aqua postquam fluvius A, torrentem B excepit.

COROLLARIUM.

Ut dividatur ratio quæcumque verbi gratiâ ratio quæ est numeri C, ad numerum F, in duas rationes quarum una sit duplicata alterius, inter numeros C & F, quærantur duo numeri B & E, continuè proportionales. Ostendi rationem primi C ad tertium E, duplicatam esse rationis numeri E ad F. Licèt autem non inveniantur duo numeri medii proportionales, secundùm exactitudinem Geometricam; est enim unum ex insolubilibus problematibus, seu duplicatio cubi: per attentationem tamen, si nulla alia via suppeteret id sufficienter ad præsens institutum præstaremus.

Abbas tamen Castellus asserit altitudines habere rationem aquarum subduplicatam. Hoc est cognitâ quantitate aquæ fluentis intra certum tempus in flumine depresso, cognitâ item quantitate aquæ decurrentis aucto flumine, asserit altitudines se habere, ut radices, quarum hæ duæ aquæ sint quadrata. Immò subdit experientiam respondere Theoriæ, ita ut in superiori exemplo non se haberent altitudines, ut 2000 ad 2630; sed ut 2000 ad 2450.

Quare si exacta fuit experientia, & si potuit fieri

Digitized by Google

ſteri cum ea perfectione, aliter haud dubiè ſe habere deberet prop. 49, cujus tamen demonſtratio clariſſima eſt. Niſi dicendum ſit dum fluvius intumeſcit, paulò majorem copiam aquæ fluere quàm pro ratione altitudinis, & velocitatis fluere debeat ex accidenti, eo modo quo diximus de luminibus majoribus, quæ paulò majorem aquam emittunt quàm deberent, ſi reſpectivè ſumantur in ordine ad minora, nempe lumen quadruplum ſub eâdem tubi altitudine, paulò magis quam quadruplam aquam profundere.

Oſtenditur autem ulteriùs ratione, non poſſe aquam, ad aquam in tali caſu eſſe in duplicata ratione altitudinum; Oſtendimus (*propoſ. decima ſeptima*) ſi lumina ſint æqualia, aquam ad aquam eſſe in ſubduplicata ratione altitudinum; item aquam eſſe in ratione velocitatum, quæ etiam eſt ſubduplicata altitudinum. Item oſtendimus ſi ſint duo foramina, eſſe aquam ad aquam, ut foramina, ſi ſit eadem altitudo; ſi autem foramina habeant eamdem altitudinem, erit aqua ad aquam, ut altitudines foraminum. Cum autem alvei altitudo ſe habeat ut foraminis altitudo, item ſe habeat ut perpendiculi altitudo, aqua ad aquam ſe habebit in ratione compoſita ex ratione altitudinis, conſiderando altitudinem aquæ in alveo pro altitudine foraminis, & ex ratione ſubduplicata altitudinis, conſiderando altitudinem aquæ in alveo, pro altitudine perpendiculi.

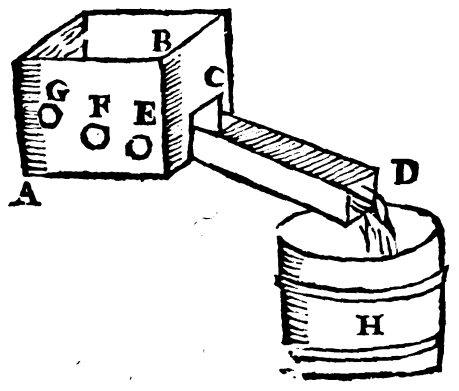
Ut nihil diſſimulem, quia hæc ultima conſideratio non nihil videtur deficere in eo quod augmentum perpendiculi, dum creſcit aqua in alveo, non fit pro toto, ut ita dicam, foramine, hoc eſt ſi creſcat aqua tribus digitis, non creſcit tribus digitis ſupra foramen præſens, cum illud augmentum ſit etiam pars foraminis; Quare forſitan erit aliquid demendum.

PROPOSITIO LIV.

Problema.

Quomodo menſuranda aqua per canales inclinatos.

Quia quæ diximus de tubis, & luminibus non ſine difficultate aliqua fluminibus, & eorum alveis accommodari poſſunt, ideo operæ pretium erit hæc omnia experiri. Sit igitur vas quodcumque AB, cui in puncto C, aptari poſſit canalis aper-



tus CD. Ita infundatur aqua in vas AB, ut aqua fluat in canali CD ad altitudinem unius digiti. Ut autem conſtans ſit, & uniformis fluxus, aperiatur verbi gratiâ foramen E, ut ſi plus aquæ infunderetur quàm ſit neceſſarium, hæc aqua effluat per foramen E: Fluat autem per 15 minuta, quæ ope perpendiculi metiri poteris. Et aquam interea dolio H exceptam metieris, aut ſtatera expendes. Tum manente eâdem canalis CD inclinatione, cæteriſque omnibus immotis clauſo foramine E, aliud aperies F, ut aqua in canali digito augeatur, iterumque exceptam aquam metieris, & ita deinceps, per plurimas obſervationes habebis notam proportionem, quam habet aqua æquali tempore fluens, & an ſit in duplicatâ ratione altitudinum in canali, an verò in ratione compoſita, ex ratione altitudinum, & ratione ſubduplicata earumdem altitudinum.

PROPOSITIO LV.

Problema.

Applicatio præſentis doctrinæ peculiari materiæ.

Celeberrima fuit quæſtio apud Bononienſes, an fluvius quem Rhenum Bononienſem vocant, poſſit in Padum ſine periculo immitti. Difficultas autem erat, an propterea Padus exundaret, & aggeres ſuperaret. Cùm enim Padus non ad niſſo Rheno, ita augeatur, ut ſuperſint duo tantùm pedes aggerum, qui ſupra ſuperficiem aquæ extent, videndum eſt utrum immiſſo Rheno Bononienſi, augendus ſit Padus uno pede. Aliqui nullam velocitatis rationem habentes, cum latitudinem Padi viderent eſſe mille pedum, & ſectionem alvei Rhenani eſſe 2000 pedum quadratorum, exiſtimarunt fore, ut padus augeretur duobus pedibus. Quod ut examinemus, omiſſis multis aliorum ſupputationibus,

Supponenda eſt latitudo Padi quæ alicubi inventa eſt pedum 700. maxima altitudo pedum 31. velocitas ejus intra unam horam quinque milliaria, ſeu pedes 25000; quare multiplicando 700 per 31, fit ejus ſectio 21700 pedum quadratorum; quæ ſi multiplices per 25000, fient pedes cubici intra horam currentes 542500000.

Sed Rhenus eſt profundus pedes 8, & latus pedes 190. fit ejus ſectio pedum quadratorum 15200, intra horam tria milliaria percurrit, id eſt 1500 pedes. Multiplica 15000 per 1520, & habebis 22800000. Fiat aggregatum 565000000, & inter hos numeros 5425, & 5653, abjectis ſcilicèt utrinque quinque cyphris; quærantur duo medii proportionales, aut inter $54\frac{1}{4}$ & $56\frac{1}{2}$, invenio circiter pro primo numero 55, & pro ſecundo $55\frac{1}{4}$, Dico ergo altitudinem Padi ante immiſſionem Rheni Bononienſis, ad ejuſdem altitudinem poſt immiſſionem ejuſdem Rheni, eſſe ut $54\frac{1}{4}$ ad $55\frac{1}{4}$, ſeu ut 217 ad 223. Fiat ergo ut 217 ad 223 ita altitudo 31 ad altitudinem $31\frac{186}{217}$, ſeu ferè $\frac{6}{7}$, hoc eſt fere uno pede intumeſcet padus.

Invenerat autem Ricciolius, uſus nempe proportione Caſtelli, qui vult copiam aquæ currentis eſſe in duplicata ratione altitudinum, invenit tantum digitos 6, ſeu ſemipedem; ſi nempe Rhenus intra horam conficiat milliaria 3.

PROPO

PROPOSITIO LVI.

Theorema.

Ut ſe habet ſuperficies vaſis, aut lacus ad ſectionem alvei per quem exoneratur; ita velocitas aquæ in prædicto alveo ad decrementum aquæ in lacu, aut vaſe.

Sit lacus v.g. Lemanus, qui per Rhodanum exoneratur: Ponamus omnem rivum influentem, aut pluviam arceri. Dico ita eſſe ſuperficiem lacûs ad ſectionem Rhodani, ut velocitas Rhodani ad decrementum aquæ in lacu Lemano. Hoc eſt ut ſpatium quod decurrit aqua in Rhodano, aliquo tempore determinato, verbi gratiâ intra horam, ad decrementum aquæ in lacu, eodem tempore.

Demonſtratio. Si multiplices ſectionem Rhodani per ſpatium quod aqua percurrit intra horam, habebitur quantitas aquæ, quæ intra horam exoneratur per Rhodanum; ſed hæc eadem eſt cum aqua, quæ deeſt in lacu Lemano, quæ etiam habetur ex multiplicatione ſuperficiei lacûs per decrementum altitudinis aquæ; igitur eadem habetur aquæ quantitas, ſeu idem pedum cubicorum numerus, multiplicando ſuperficiem lacus per decrementum altitudinis, qui habetur ex multiplicatione ſectionis Rhodani per ſpatium decurſum intra horam. Quare ſi ſuperficies lacûs ſit primus numerus, ſectio Rhodani ſecundus, ſpatium decurſum ab aqua in Rhodano tertius, & decrementum aquæ in lacu quartus; idem numerus proveniet ex multiplicatione primi per quartum, & ex multiplicatione ſecundi per tertium. Quare (*per* 16.6.) erit ut ſuperficies lacûs ad ſectionem, ita ſpatium quod percurritur ab aqua in Rhodano intra horam, ad decrementum aquæ in lacu Lemano intra idem tempus. Quod erat demonſtrandum.

Suppono autem nihil aquæ influxiſſe in lacum, ſive ex rivis aut fontibus ſive ex pluvia. Ut autem conjicias quantum aliquis lacus ex pluvia aliqua creſcere debeat, exponatur vas aliquod aut cylindricum, aut priſmaticum pluviæ; quot enim digitis aqua augebitur intra vas illud, tot etiam digitis creſcere debet lacus ex eadem pluviâ. Immò niſi aqua abſorberetur à terra, tot digitis deberet aqua augeri in tota aliqua regione. Ex quo poterit facilè cognoſci an aqua quæ ex pluvia, in totam regionem aliquam decidens ſit major illa quæ per fontes, & amnes fluit ab una pluviâ ad aliam.

Notandum item ſupponi velocitatem eandem perſeverare ſaltem phyſicè, ut meliùs procedat calculus, & ſit exactior; loquimur enim de eâdem velocitate perſeverante, hoc eſt etiamſi perſeveret eadem velocitas. Nam imminutio velocitatis alio modo ſe habebit ac decrementum aquæ, hoc eſt in duplicata ratione decrementi, ut diximus ſuprà.

TRACTA

Digitized by Google

TRACTATUS XVIII.

DE MACHINIS HYDRAVLICIS.

QUAM utilis, & jucundus ſit futurus hic tractatus, nemo non videt cujus nempe partes ſunt, aquas & utilitati, & oblectationi hominum accommodare, & in varios uſus deducere. Multa paſſim motûs aquæ aſſignantur principia, quibus nempe aqua, iners alioquin & pigra, animatur ad motum. Hæc autem vulgò quinque recenſentur.

Vis attractiva, ad vacuum impediendum, aut fugiendum, quâ vi aqua, ſuæ ut ita dicam gravitatis oblita, in ſublime attollitur : de hoc principio, jam ſatis fusè ſuprà diximus. Oſtendimus omnes ferè effectus, qui paſſim, tali fugæ vacui tribuuntur, facile in aëris gravitatem, aut vim elaſticam refundi poſſe. Si quæ tamen occurrant experimenta, alicujus momenti, quæ id aut infirment, aut ſtabiliant, non diſſimulabo.

Aliud principium erit vis expulſiva corporum, cum enim duo corpora in eodem loco eſſe non poſſint ſi ab alio impellatur aqua, loco cedere cogitur, impetumque & motum concipit.

Tertium eſt vis rarefactiva, aut elaſtica, aëris præcipuè, neque enim Machinas hydraulicas, ita nunc attingimus, ut de aëre, & ſpiralibus nihil dicere audeamus, cùm ſint materiæ omninò connexæ, & quæ vix ab invicem ſeparari, aut ſejungi poſſint.

Quartum erit aquæ naturalis gavitas, vi cujus, dum in inferiorem locum magna vi, & concepto impetu deſcendit, rurſus reſilit, & in auras attollitur.

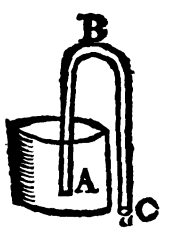
Quintum denique erit vis externa animalium, ventorum, quâ aqua alioquin torpens in ſublime attollitur. Has machinas tractorias appellabimus; ad quod genus revocabimus eas omnes quæ vim aquæ decidentis, & in præceps ruentis agnoſcunt.

PROPOSITIO I.

Theorema.

Attractio ſeu aëris gravitatio.

Quia innumeræ vulgò proferuntur Machinæ hydraulicæ, in ſpecie quidem diverſæ, re ipſa verò, aut ſimiles, aut eædem : ideo in ſuas claſſes diſtribuendas cenſui, & ad ſua principia revocandas, ita ut à ſimplicioribus incipiendo, ad difficiliores ſenſim progrediamur. Primum ergo ſit principium jam ſuprà explicatum, ſyphon inver-

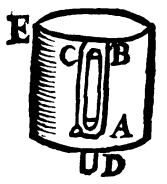


ſus ABC, ita ut pars BC longior ſit parte AB. Oſtendimus ſuperiùs, vel aquam BC attrahere aquam AB, vel aërem incumbentem vaſi A, attollere aquam AB, eò quòd aqua BC impediat gravitationem ejuſdem aëris in aquam AB. Ponamus enim aëris gravitationem æqualem eſſe gravitationi 32 pedum aquæ, & aquam AB eſſe æqualem 20 pedibus, aër gravitans in A ſuperat gravitationem AB, gravitatione 12 pedum. Sit BC viginti duorum pedum, gravitatio aëris in C, ſuperat gravitatem aquæ BC tantùm gravitatione pedum decem. Cum ergo aqua BA gravitet in A, eamque aër ſuperet gravitatione 12 pedum, & aqua BC gravitet in C, eamque aër ſuperet tantum gravitatione pedum 10. ideoque quantum poteſt ſuſtentat aquam BC, & eâ mediâ gravitat in aquam AB, ſed gravitate 10 pedum. Cum ergo aqua AB in ſe habeat gravitatem pedum 20. qua deorſum impellitur, impellatur item deorſum ab aëre gravitante in C; ſed impellatur vi gravitationis ut 10, deorſum feretur aqua AB, gravitatione ut triginta : ſed ſurſum impellitur vi gravitationis aëris gravitantis in A ut 32. Ergo adhuc ſurſum attolletur aqua, quandiu nempe aqua in BC, ſuperabit longitudine aquam AB. Oſtendimus enim in tubis communicantibus, ſolam longitudinem attendendam eſſe, nihil conferente tubi craſſitie, eò quòd aqua ſit in minori motu dum tubus eſt majoris diametri.

Alii idem explicant per attractionem; volunt enim dum instat vacuum, produci in corporibus contiguis unionem. Quare cum sit contiguitas inter aquam AB & BC, & BC prævaleat, sitque aut gravior, aut saltem majoris momenti; secum trahet aquam AB.

Ista machina etiam si simplex, ita variè deformatur, ut eam agnoscere sit nonnunquam difficilè.

Et primò quidem syphon quem vocant diabeten, eodem nititur principio. Sit enim tubus AB



fundo vasis afferruminatus in A, illudque transgrediens usque in D. Circa illum sit alius tubus paulo major, eumque ambiens, habens foramen in A; concavitas majoris tubi quæ restat inter minorem & ejus latera, habet vicem unius brachii, tubus vero interior BAD vices gerit alterius brachii. Quare si plenus sit uterque tubus aquâ; cum tubus BAD sit longior, aqua fluet. Unde Hero docet modum quo fiat vas, in quo si aquam usque ad aliquam altitudinem infundas, eam continebit; si verò ulteriùs pergas, totam profundet. Nam si aquam sensim in vas AE infundas, dum assurget in vase, sensim etiam augebitur in cavitate tubi ambientis aëre incluso abeunte per tubum ABD: dum verò aqua pervenerit ad orificium interioris tubi, præcipitabitur, ut in syphone inverso diximus.

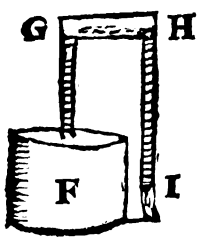
Usus item syphonis inversi optimus est ad evacuandum vas aliquod æquabiliter: si enim ligneæ tabulæ in vase penultimæ figuræ positæ, & aquis innatanti, syphonem inversum inseras, cujus os aquæ immergatur ad unum aut alterum digitum; simul cum aquâ imminutâ descendet tabula, simulque syphon, atque adeò tantumdem semper in aqua immergetur, & tantumdem semper aquæ, per syphonem effluet. Quæ methodus aptissima est horologiis, hydraulicis de quibus inferiùs.

PROPOSITIO II.

Theorema.

Syphon inversus variè interruptus.

Ut à facilioribus sensim ad difficiliora progrediamur, ostendendum est, aquam per attra-



ctionem ascendere, etiam si aliquod aliud corpus mediet. Sit ergo syphon inversus FGHI, sitque aqua FG, HI, spatium autem GH sit plenum aëre. Dico si crus HI longiùs sit crure FG, fore ut aqua adhuc ascendat, etiamsi sit interruptio.

Demonstratio. Si detur in rerum naturâ illa unio inter corpora contigua quotiescumque instat periculum vacui, in tali casu dabitur unio inter aquam HI & aërem GH; item inter aërem GH & aquam FG, & quia momentum aquæ HI majus est momento aquæ GF; aqua HI debet trahere aërem, & aër aquam GF. In tali tamen casu nunquam descendet aër, nam ubi aqua excesserit orificium G, cum sit aëre gravior, inferiorem locum petet, & semper occupabit orificium H.

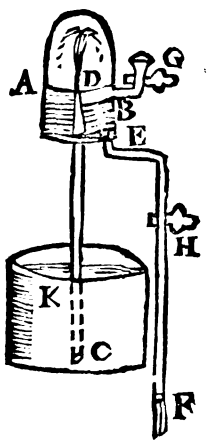
Si verò nullâ admissâ tali unione, ad aëris gravitatem velimus recurrere; probabo ut priùs, aquam GF, cujus momentum minus est momento aquæ HI, non tam resistere gravitanti aëri, quàm resistit aqua HI, atque adeò aquam GF impelli sursum ab aëre circumstante, modò tamen crus GF non superet altitudidem pedum 33; alioquin aër aquam ad ascensum cogere non poterit.

PROPOSITIO III.

Problema.

Salientem in vitreo vase exhibere, quæ scaturiginis altitudinem superet.

Fiat vas metallicum AB, cui imponatur vitreus cylindrus, ita exactè vasi ferruminatus, ut omnis aëri externo intercludatur aditus. Sit autem vas illud instructum tubo CD, ejus fundum pervadente, & in apicem desinente, hic tubus aquæ immergatur. Sit & alius tubus EF, paulò longior tubo CD, vas AB habeat aquam, ad duos aut tres digitos, quæ inferatur per verticellum G, sit & alia clavicula H in tubo EF. Clausâ ergo claviculâ G, aperiatur clavicula H, tunc (*per superiorem*) aqua ascendet per tubum CD, immò si tubus EF multò longior sit tubo CD, magno



impetu feretur aqua, videbiturque saliens in vitro, unius aut alterius pedis; perdurabitque quamdiu in vase K non deficiet aqua.

Demonstratio nulla alia requiritur, quàm quæ supra pro interrupto syphone allata est.

Moneo tamen duo; nempe ne laxiòr sit tubus EF, tunc enim fieri poterit, ut aqua ejus capacitatem totam non impleat, sed admittatur aër, qui si ascendat, totum negotium interturbabit, fluxumque

Digitized by Google

xumque aquæ per tubum C D ſiſtet. Quia in aquam tubi CD gravitabit.

Alterum eſt ne tubus CD ſuperet longitudine pedes 33.

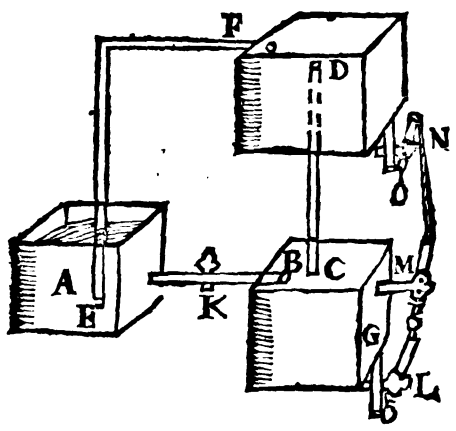
PROPOSITIO IV.

Problema.

Fontis alicujus dimidiam aquam ſupra ſcaturiginem attractione attollere.

In ſuperiori fonticulo, licèt aliquid ad recreationem habeamus, nihil tamen ad utilitatem; neque enim creſcit aqua in vaſe AB, licèt alia atque alia ſuccedat: quærimus autem, ut vel ad uſus domeſticos, vel ad recreationem, fontis alicujus dimidia aqua ſurſum attollatur, modò tantundem aquæ infrà ſcaturiginem deſcendat.

Sit ergo ſcaturigo in A, è quâ deducatur aqua in vas B, undique clauſum; ſit aliud vas D item undique clauſum, in quod impelli debet aqua. Pertingat autem tubus CD ab operculo vaſis inferioris ad ſummitatem vaſis ſuperioris, ſit item tubus G æqualis priori CD in longitudine, immò



& paulò longior. Sint item claviculæ K, L, M, N Primò aperiantur claviculæ K, M; K quidem ut aqua influat ex A in vas B, & clavicula M ut præbeat exitum aëri incluſo, & claudatur clavicula L, implebiturque aquâ vas B.

Tum claudantur claviculæ K, M; item clauſa ſit clavicula N; aperiatur clavicula L. Dico aquam vaſis B deſcenſuram per tubum G, aëremque vaſis D deſcenſurum in vas B; denique aquam aſcenſuram per EF in vas D, modò tamen altitudo CD 33 pedes non ſuperet.

Demonſtratio eadem eſt quæ ſyphonis inverſi, & interrupti.

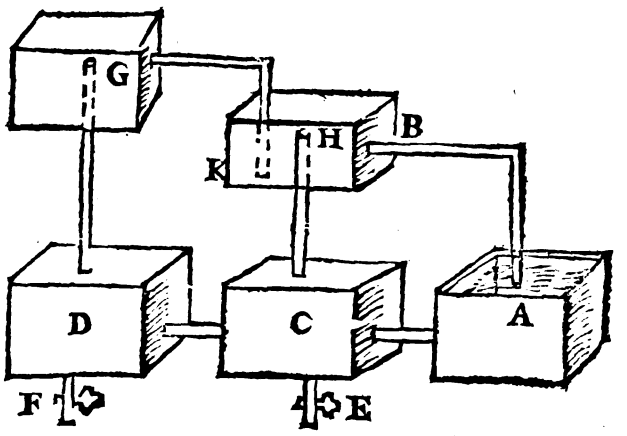
Nunc reſtat quærenda methodus aperiendi & claudendi claviculas, ut nempe, non ſolum ſemel impleatur vas D; ſed pluries, effundatque aquam per foramen N in aliud vas, aut ſalientem efficiat. Quod facilè præſtabimus vaſe culminante: quod aqua ſemiplenum poterit aliquantulum deſcendere, & vertere omnes claviculas. Ubi verò plenum fuerit aquâ, culminabit, totamque aquam effundet, tunc autem poterit attolli à ponderibus contrapoſitis. Sed hæc artificibus excogitanda reliquimus; ſunt enim ſatis facilia.

PROPOSITIO V.

Problema.

Fontis aliquam partem, ad quamcumque altitudinem attollere.

Duas cautiones in ſuperiori propoſitione adhibuimus; prima fuit ne altitudo CD ſuperet 33 pedes, ſecunda ut tubus GH ſit paulò longior tubo CD. Si tamen aut altitudo ad quam elevanda eſt aqua ſuperet 33 pedes, aut ſit major quàm deſcenſus, quo infrà ſcaturiginem aqua poteſt deſcendere: tunc recurrendum eſt ad iſtam methodum. Sit ut priùs fons A, cui immerſus ſit tubus AB, impleantur aquâ vaſa C, D; tum aliis omnibus occluſis aperiatur clavicula E, fluetque



aqua ex vaſe C, in cujus locum deſcendet aër vaſis P, & aqua aſcendet ut priùs per canalem AB. Aperiatur clavicula F, aqua vaſis D per eam deſcendet, aër vaſis G deſcendet in D, aquâ interea aſcendente ex vaſe B per tubum KG.

Demonſtratio. Cum tubus CE ſupponatur paulò longior tubo AB, & AB minor pedibus 33, cum ſit connexio inter partes ut volunt nonnulli, aqua CE præponderabit, & attollet aquam AB idem dico de aqua DF quæ deſcendendo attrahit aquam KG.

Quod ſi per æquilibrium aëris idem velimus explicare. Cum aperta ſit via aëri per ECH, ponderabit in aquam vaſe KB contentam, eamque coget ad aſcenſum, modò gravitatio aquæ DF major ſit gravitatione aquæ GK, magiſque reſiſtat DF gravitationi aëris, quam aqua KG.

Neque hoc mirum videri debet, nam tertia tantum pars aquæ aſcendit in G: aſcendit enim tantum aquæ in vas KB, quantùm effunditur per CE, & ex KB in G tantumdem aſcendit, quantùm fluit per DF. Mirum autem non eſt ſi duæ libræ aquæ attollant ad duplam altitudinem quàm ipſæ deſcendant, unam libram.

PROPOSITIO VI.

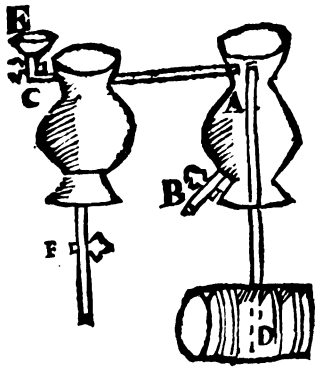
Theorema.

Duo vaſa ita conſtituere, ut per attractionem tantumdem præcisè vini ex uno hauries, quantùm aqua in aliud infuderis.

Hæc propoſitio à ſuperioribus non differt, niſi

Digitized by Google

niſi in diſpoſitione, nam in penultima figura, etiamſi vas B eſſet æquè altum ac vas D, ſequeretur idem effectus. Sit primo vas A, è quo tandem vini haurire volumus per claviculam B, quantum aquæ infuderimus in vas C. Primò in vaſe A ſit tubus AD pertingens ferè uſque ad fundum alicujus dolioli, aut alterius vaſis vino pleni. Sit item alius tubus C A pertingens ab uno vaſe in aliud, quibus tubus occultus eſſe poteſt. Sint autem duo vaſa undique clauſa; vas C ita conſtitutum ſit, ut apertâ claviculâ C impleri



poſſit aqua; clauſa nempe clavicula F. Claudatur ergo clavicula E, & aperiatur clavicula F; deſcendet aqua è vaſe C, in cujus locum ſuccedet aër vaſis A, atque adeo aſcendet vinum, & præcisè quanta fuerat aqua infuſa in vas C. Vinum autem habebitur per claviculam B cum opus erit.

Demonſtratio eadem eſt quæ propoſitionis quartæ cum iiſdem cautionibus.

PROPOSITIO VII.

Problema.

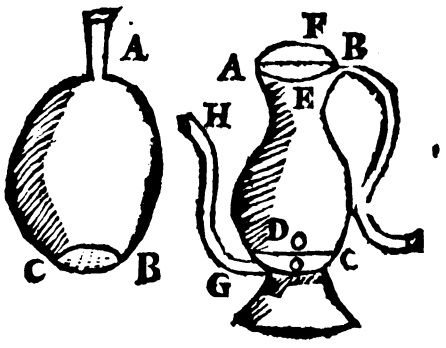
Fluxus liquidorum per attractionem impeditur.

In hâc propoſitione referam multos effectus, qui vulgò attractioni tribuuntur: Non attingam tamen illos, qui principium habent mixtum. Unde nec ſyringem, nec anthlias attractivas referam; quamvis enim dum ſyringis embolus educitur, aqua ſequatur per attractionem, quia tamen hæ machinæ vires externas exigunt, ad emboli eductionem; ideo in alium locum rejiciendæ ſunt.

Sit ergo primò experientia communis, ſi è dolio, aut quocumque alio vaſe ſatis amplo, educendum ſit liquidum per foramen in vaſis aut dolii inferiori parte collocatum: non fluet liquidum niſi per ſuperius aliquod ſpiraculum aëri concedatur aditus. Hic effectus vulgò attractioni, aut ſaltem adhæſioni liquidi cum dolio, ob metum vacui tribuitur: alii verò aëris gravitatem agnoſcunt, impedientem ne liquidum effundatur.

Sit ergo primò irrigatorium AC, cujus fundum ſit pertuſum, illud in aquam immergimus aperto oſculo A, ubi autem plenum fuerit aqua digito idem orificium A claudimus, eductoque irrigatorio, aqua ſuſpenſa manet, nec effluit, ubi verò, amoto digito, ſuccedit aër, aqua per fundi foramina egreditur.

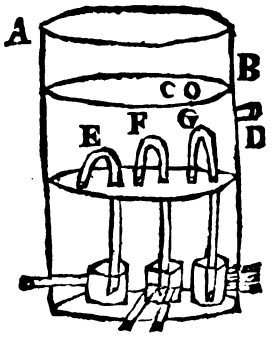
Idem experimur in ſcypho, qui ſi ex aquæ ſuperficie educatur, ſecum ſuſpenſam educit aquam.



Ita conſtitues vas aliquod, è quo per idem oſculum, effundes vel ſeorſim aquam, vel ſeorſim vinum, vel mixtum aquâ vinum. Sit enim vas aliquod, in duas partes ſepto aliquo verticali ABDC diviſum; in ſuperiori parte, ſint duo foramina E & F; item alia duo in parte inferiori, quæ ad eundem tubum incurvum G H pertineant. Ima vaſis pars AFB impleatur vino, & pars AEB impleatur aquâ. Dico obturato foramine F, vinum non effluere; & obturato foramine E, aquam non fluere: atque ita liquorem habebimus per tubum G H quem voluerimus. In hunc modum alia multa adinvenire poſſumus.

Proponit Hero vas, in quod ſi aquam infundamus, primò fluet aqua per unum canalem, tum per duos, exinde per tres.

Sit vas AB in quod aquam infundamus, quæ



per foramen C deſcendat in ſecundam capacitatem aëre per ſpiraculum D exeunte. Sint tres ſyphones E, F, G inæquales, quorum inferiores partes in vaſa pertineant. Vaſa autem ita ſe habeant, ut primum unico tubo foras prodeunte inſtructus ſit; ſecundus duobus; tertius tribus. Cum aqua pervenerit ad flexuram E, præcipitabitur, replebitque vas ſubjectum, & exinde per unicum tubum foras erumpet. Supponitur autem per ſyphonem E plus aquæ fluere poſſe, quam ſuppeditari poſſit per foramen C. Unde evacuabitur tota capacitas, & ſyphon E replebitur aëre, ea parte exceptâ quæ ſubjecto vaſi immergitur. Dum verò ſecundò fluet aqua, perveniet-que ad flexuram E, non propterea fluet per ſyphonem E, quia cum ſyphon ſit plenus aëre, aër autem exitum non habeat, utpote qui aquâ ſubjectâ impediatur, aqua ſyphonem ingredi non poterit, præcipuè ſi vas ſubjectum ſit ſatis altum.

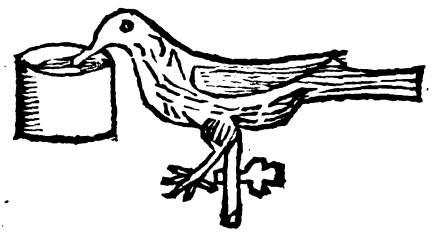
Unde

Digitized by Google

Unde redditur inutilis primus ſyphon, quare ad ſecundum progrediendum eſt, qui duobus tubis inſtructus eſt, tum ad tertium qui tribus.

In hac machina eſt aliquid difficultatis; invenio enim ſi præcisè rationem gravitatum habeamus, debere aquam etiam ſecundò fluere per ſyphonem E, etiam aëre plenum. Aqua enim non deſinit gravitare medio aëre, in aquam inferiorem vaſe contentam, ut in aliis multis machinis accidit. Experimur tamen aliquam difficultatem ut aër aquam pervadat, aut ut eam ſupra ſe poſitam attollat. Unde exiſtimo talem machinam ſucceſſu non carituram.

Ad hoc machinarum genus revocari poſſunt aviculæ, quæ oblatam quamcumque aquam ebi-



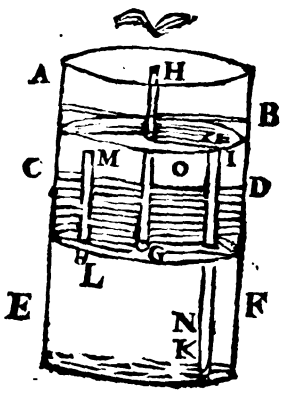
bunt. Sit enim avicula cujus corpus ſit plenum aquâ, ſi roſtrum immergatur aquæ, laxeturque clavicula, aqua ſequetur, ne tamen aqua exire videatur nonnulli aviculæ baſin ſubjiciunt, quæ abſorptam aquam excipiat.

SECUNDUM PRINCIPIUM.

Vis expulſiva corporum.

PROPOSITIO VIII.

Fons Heronis.



Ingenioſiſſimum haud dubie mihi ſemper viſum eſt hujus fontis artificium, nec inventu facilè, cum ſatis mirum videatur, ut aqua ſuapte, ut ita dicam ſponte, in altum proſiliat. Simplicem in hac propoſitione illius exhibeo ideam, quæ variis uſibus aptari poteſt; Conſtat autem hæc machina, triplici vaſe, uno aperto, quod ſit AB, duobus clauſis CD, EF, ſyphonibus tribus; primo GH qui ex inferiori ſecundi vaſis parte, etiam aquam ſuperiori vaſe contentam permeat; ſecundò IK, qui à ſuperiori vaſe, ad infimum pertinet; tertiò LM qui à ſuprema inferioris vaſis parte ad ſupremam medii protenditur. Implentur vaſa AB, CD, aquâ, EF autem vacuum eſt, ſeu plenum aëre. Uſus autem talis eſt; aqua ſuperioris vaſis AB, per tubum IK naturali gravitate deſcendit; aër autem vaſe EF contentus per tubum LM ſupra aquam aſcendit, & cum alius atque alius in vas CD introducatur, expellit aquam, eamque ad aſcenſum per tubum GH cogit. Quare modò aqua deſcendens per tubum KI prævaleat, ſitque majoris momenti quàm aqua aſcendens per tubum GH, neceſſariò habebimus intentum. Unde nonnulli ſeparant vaſa ab invicem, præcipuè verò vaſa CD, EF, tunc enim fit longior tubus IK; idem tamen artificium perſeverat.

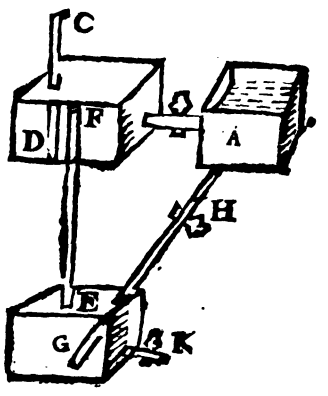
In hac machina invenitur tantùm interruptus ſypho; ſicut ergo in vaſibus communicantibus aqua tantundem in uno aſcendit, quantum in alio, ita etiam in vaſibus communicantibus, in quibus interruptio fit per aërem, tunc erit æquilibrium, quando aqua deſcendens erit æqualis altitudinis cum aqua aſcendente. Ponamus igitur, vas EF eſſe plenum aquâ, uſque ad punctum N, altitudo aquæ deſcendentis erit IN; ponamus item in vaſe CD, ſuperficiem aquæ pervenire uſque ad punctum O, aquæ aſcendentis altitudo erit OH; ſi OH, & IN fuerint æquales erit æquilibrium, & aqua perveniet ad H, neque ulteriùs aſcendet. Si quis igitur deſiderat ſalientem alicujus momenti; debet ita machinam componere, ut tubi IK longitudo multum ſuperet longitudinem tubi GH. Ceſſabit autem motus machinæ cum vas CD vacuum fuerit aquâ, aut vas EF, plenum. Ut autem omnia reſtituantur, invertatur machina, tunc aqua vaſis EF, per tubum LM deſcendet in capacitatem CD, aëre per tubum GH exeunte, pariter per tubum IK, ſuccedet aër in capacitatem EF.

Nonnulli duplicem efformant machinam, ita ut aqua quæ deſcendit in capacitatem EF, inversâ machinâ, ex aliâ parte ſalientem efficiat, ſed tunc ſex tubis inſtruenda eſt machina, quorum tres claudantur, unde ab aliquibus vocatur clepſydra, ſed hæc artificum ingenio relinquimus.

PROPOSITIO IX.

Problema.

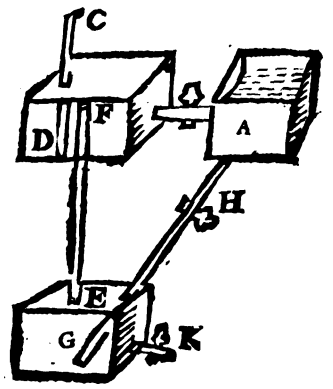
Dimidiam fontis aquam, ſupra ſcaturiginem attollere per vim expulſivam.



Sit fons A, ſitque propoſitum eius dimidiam aquam attollere uſque ad C. Fiat vas D, undique clauſum, quod obverſâ clave intermedia impleatur aquâ: ſit & aliud vas E clauſum plenum aëre; ſintque tubi eo modo diſpoſiti, quo figura ſatis indicat. Clauſâ clavi intermedia & apertâ clavi H, deſcendet aqua per tubum GH, & occupa-

Digitized by Google

bit capacitatem vasis G, tum aër per tubum EF, coget aquam ascendere per DC, modò tamen



perpendiculum H G paulò majus sit perpendiculo DC.

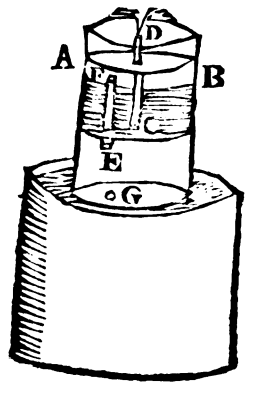
Eadem est demonstratio quæ superioris propositionis. Totâ difficultas erit in aperiendis, & claudendis suo tempore claviculis K, H, &c. Nam cùm vas G fuerit plenum aquâ, & consequenter vas D vacuum, aperiendæ erunt aliæ claviculæ, & claudenda clavicula H, atque ita implebitur vas D, vacuabitur vas G, aëre vasis D per canalem FE descendente, rursusque claudendæ eruut aliæ claviculæ, & aperienda clavicula H. Id facilè præstare possumus ope vasis culminantis, quod plenum, ponderi alicui præponderet; vacuum verò vincatur.

PROPOSITIO X.

Problema.

Salientem alio modo exhibere.

Sit machina primò constans vase AB, undique clauso, & instructo duobus tubis, ut figura satis



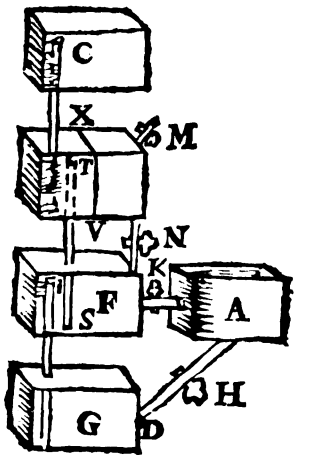
indicat. Sit & aliud vas E, amplum seu latum ad modum campanæ, in quo sit foramen G; imponatur tota machina aquæ, ita ut supernatet. Interea dum innata gravitate subsidet in aqua, aqua per foramen G ingressa aërem expellet; qui per canalem EF ad superiores vasis AB partes delatus, aquam comprimet, & ad salientem efformandam compellet.

PROPOSITIO XI.

Problema.

Tertiam aquæ partem ad duplam altitudinem evehere expulsione.

Sæpè accidit ut aqua fontis alicujus altiùs evehenda sit, quàm sit ejus casus, & præcipitium. Sit



ergo fons A, sitque propositum aquam evehere ad altitudinem FC; sitque FC dupla ipsius AD. Fiant vasa T, F, G, undique clausa sitque vas T, divisum in duo, diaphragmate VX; sint vasa T, F, G, instructa canalibus, eo modo quo figura ostendit. Clausa clave H, aperiatur clavis K, ita ut vas F impleatur aquâ. Claudatur clavis K, aperiatur H, aqua descendet per H D, expelletque aërem per OI, & hic aquam per ST, ita ut impleatur utraque capacitas vasis T. Debet autem clavicula M esse aperta, & N clausa. Cum aqua vasis F ascenderit tota in T, claudatur clavis M, sicut & H, aperiaturque clavis N. Aqua præcipitabitur per canalem N, expelletque aërem ex vase F, qui ascendet per ST, cogetque aquam in parte T contentam ascendere usque in C. Tum rursus debet laxari clavicula K, ut impleatur totum vas F, atque ita deinceps.

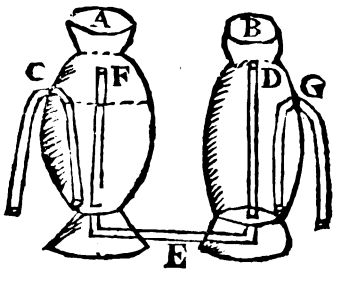
Aperiri autem poterunt claviculæ methodo superiùs traditâ.

PROPOSITIO XII.

Problema.

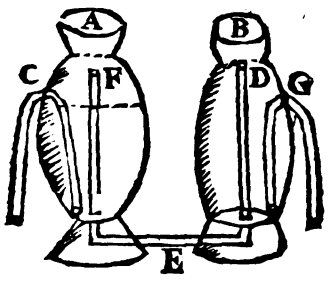
Vasa concordia.

Vocamus vasa concordiæ, duo vasa quorum unum erit plenum vino, aliud plenum aquâ, non



tamen fluet vinum quin aliud aqua impleatur. Sint duo vasa A & B, instructa duobus syphonibus

nibus incurvis, quales figura exhibet. Impleatur vino vas A, non quidem uſque ad ſupremum la-



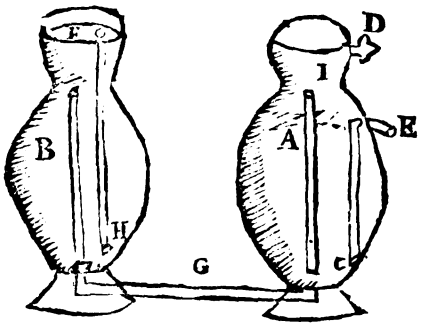
brum, ſed paulo infra flexuram ſyphonis C, conſiſtet vinum nec omninò fluet. Impleatur vas B aquâ, ita ut aqua ſuperet punctum D, aqua feretur per DEF, augebitque vinum, vaſe A contentum; cujus proinde ſuperficies perveniet ad flexuram C, tunc fluet vinum per ſyphonem C, & aqua per ſyphonem G.

PROPOSITIO XIII.

Problema.

Duo vaſa quorum unum tantum vini profundet, quantùm aquæ in alterum infuderis.

Sint duo vaſa A & B, undique clauſa inſtructa canalibus in figura deſcriptis; per clavi-



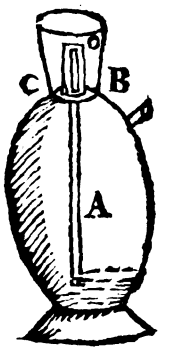
culam D, vas A impleatur vino, non quidem ad ſummitatem, ſed ejus ſuperficies tantum non perveniat ad orificium E. Tum claudatur clavicula D. Dico ſi per orificium F infundas aquam, tantumdem vini fluet per orificium E. Nam aqua infuſa per F, deſcendet per canalem FH, & aërem expellet per BGI; aër autem vino incubans, illud coget aſcendere per canalem O E, atque hoc modo tantumdem vini profundetur quantum aquæ infuderis.

PROPOSITIO XIV.

Problema.

Vas conſtruere, quod quamdiu infuderis aquam, illam excipit; ſi ſemel deſiſtas, non amplius excipit.

Sit vas A, diaphragmate BC diſtinctum, & inſtructum diabete aut ſyphone inflexo. Si aquam continuè infuderis, hæc tandem perveniet ad flexuram O, ac tandem fluet per diabetem, aut ſyphonem incurvum; aëre interea per ſpiraculum B exeunte. Si verò deſiſtas aquam infunde-



re, totus ſyphon, exceptâ eâ parte quæ aquæ immergitur, aëre replebitur; unde ſi rurſus infundas aquam ab aëre, ſiſtetur in ſuperiori capacitate, neque defluet in inferiorem.

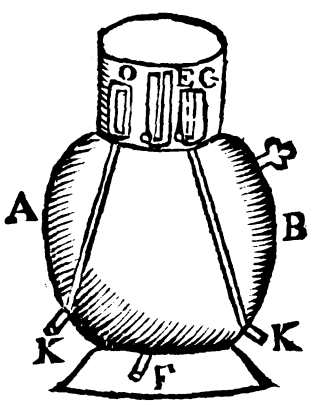
Hic latet eadem difficultas quæ in propoſitione 7: puto tamen quòd ſi multa aqua infunderetur, ita ut multum ſuperaret flexuram O; tunc aquam ita compreſſuram aërem, ut is aquam in imo vaſe contentam attolleret.

PROPOSITIO XV.

Problema.

Vas conſtruere è quo vinum fluet per unum canalem, ſi aquam infundamus ceſſabit vini fluxus, & aqua per duos canales fluet, quâ ceſſante rurſus fluet vinum.

Sit vas AB, interſeptum diaphragmate CD, capacitas autem AB impleatur vino per clavicu-



lam D, quæ claudatur. Habeat autem tubulum E, circumveſtitum alio tubo perforato prope diaphragma CD. Sint & alij duo diabetes OK. Dum ergo ſimpliciter aperietur epiſtomium F, vinum fluet, aëre ſubingrediente per tubulum E: dum verò infundetur aqua, hæc claudet foramen tubuli E, atque adeo deſinet fluere vinum per epiſtomium F; vel metu vacui; ut volunt plerique, vel aëre in epiſtomium F gravitante. Denique ſi tanta aqua ſuperfundatur ut ſuperet diabeten OK, fluet aqua per epiſtomia K; & cum tota fluxerit, rurſus aperietur ſpiraculum tubuli E, & conſequenter vinum denuò fluere incipiet, per F.

PROPO

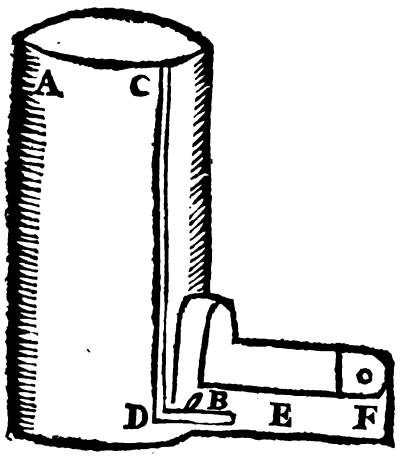
Digitized by Google

PROPOSITIO XVI.

Problema.

Vas conſtruere in quo quantumlibet hauries, manebit tamen liquor, in eâdem altitudine.

Hæc praxis utiliſſima eſt præcipuè in lucernis, ut nempe oleum in eâdem ſemper maneat altitudine, & modò utor lucerna eo modò concinnatâ. Sit ergo lucerna AB inſtructa tubo CDE

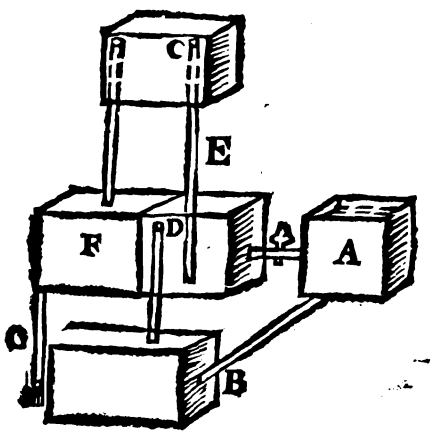


ad ſummitatem ferè pertinente. Sitque foramen B, quò oleum in receptaculum BF, poſſit effluere. Dico in receptaculo EF oleum ſemper in eâdem altitudine permanſurum. Cum enim oleum ita abſumptum fuerit ab igne, ut tubuli CDE extremitas E aërem attigerit; aër per tubulum EDC, ingreditur, & tunc per foramen B oleum fluet, donec denuò orificium E obturaverit, tunc enim ceſſabit olei fluxus. Atque hoc modo, etiamſi ſit lampas, quæ ad multos menſes ſuppeditare poſſit, in receptaculo tamen BF, oleum in eâdem altitudine conſiſtet.

PROPOSITIO XVII.

Problema.

Tertiam fontis partem ad altitudinem duplam, utrâque vi expulſivâ, & attractivâ attollere.



Sit fons A, poſſit autem aqua cadere ex A, in B, tantùm, & ſit propoſitum eam attollere uſque in C. Fiant tria vaſa undique clauſa, nempe B, D, C, inſtructa ſyphonibus, ut figura indicat. Sit autem vas D duplex: non appono claviculas, quas artificis ingenio excogitandas relinquo. Sit ergo utraque capacitas vaſis D, plena aquâ, ſintque vacua vaſa C & B: aqua deſcendens per AB, aërem expellit ex vaſe B, aër excluſus ex vaſe B, aſcendit in vas D, excluditque aquam, quæ ad æqualem altitudinem aſcendit, nempe uſque ad E. Pariter aqua decidens per tubum FG, attrahit aërem ex vaſe C, & aër attrahit aquam, jam in E conſiſtentem, uſque ad C. Neque hoc mirum videri debet, obſervantur enim leges æquilibrii, nempe ut dupla aqua cum media ſui parte aſcendente per duplam altitudinem, ſit in æquilibrio, ut oſtendimus in ſtatica.

Notandum autem eandem in hac praxi inveniri difficultatem, quæ in ſuperioribus aliquot, in claudendis, & aperiendis idemtidem claviculis.

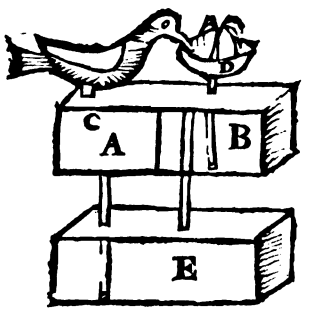
Non potuimus vi expulſivâ ſolâ aliquid efficere, niſi etiam conjungeremus aliud principium, nempe gravitatem aquæ decidentis,

PROPOSITIO XVIII.

Problema.

Fontem in quo avicula totam aquam ſorbet vi expulſivâ, & attractivâ, conſtruere.

Sit conſtruenda machina in qua avicula tantùm aquæ ſorbeat, quantùm è fonte aliquo profluit. Conſtruatur vas A, B, diviſum in duo dia-



phragmata, ſintque ambæ illius capacitates plenæ aquâ; ſit item ſyphon CD, ductus per pedes, corpus, & roſtrum aviculæ, ſitque immerſus in aquam; ſit & aliud vas E, plenum aëre, obturatum tamen. Aqua ex vaſe A, præcipitabitur in vas E, ejicietque aërem, qui aſcendet in vas B, excludetque aquam, eamque attollet in ſalientem, quæ quidem clariſſima ſunt, & inſpectione figuræ per ſe patent. Non appoſui autem claviculas brevitatis causâ.

Vi rarefactiva condenſativa, & elaſtica.

PROPOSITIO XIX.

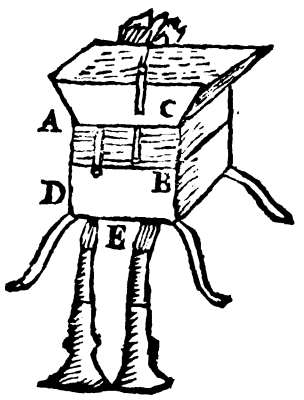
Problema.

Vis rarefactiva ignis, ſalientem efformare.

Diſtinguo vim rarefactivam à vi elaſticâ, & vim compreſſivam à vi condenſativâ. Rarefactio enim ex calore oritur, & condenſatio à frigore: ita aër calore fervens, rarefit, & ad majus ſpatium

Digitized by Google

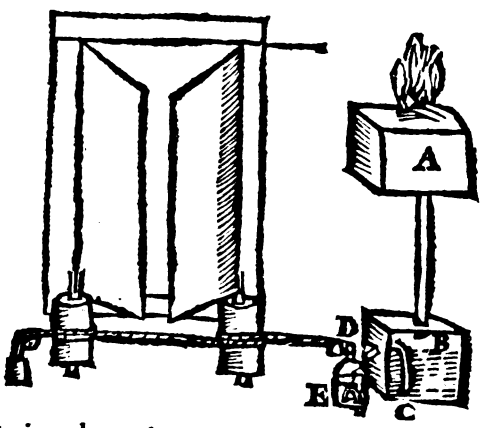
tium extenditur, frigore verò condenſatur, minuſque ſpatium occupat. Vis autem compreſſiva extrinſeca eſſe poteſt, ita in vas aliquod multò plùs aëris coarctamus, quàm naturaliter in eo poſſet conſiſtere. Habet autem eam vim aër aut quodcumque aliud corpus compreſſum, ut ceſſante vi illâ externâ, ſe rurſus expandat, majorique loco coëxtendatur, etiam nullo calore interveniente.



Ita igitur fontem conſtruemus. Sit vas A B, undique clauſum, in duas cavitates diviſum; ſitque pars ſuperior A C, plena aquâ, pars verò D B, plena aëre: ſint item duo tubi, quales figura ſatis oſtendit. Dico ſi vaſi DB, ita ſubjiciatur fax accenſa, aut prunæ, calefiet aër DB; & quia aër calefactus ſe extendit, & majus ſpatium occupat, aſcendet in vas ſuperius, ibique aquam premet ad aſcenſum, & ſalientem coget. Quod faciendum erat.

Non eſt autem neceſſarium ut vas D B, aquæ ſubjiciatur; tam enim, ut in hoc exemplo uſurpavimus, facilè aquam aër rarefactus attolleret etiamſi ſuperiorem locum occuparet. Ita antiqui ſtatuas efformabant quæ dum ignis ad ſacrificia accenderetur; vino, oleo, lacte aut alio quocumque liquore aram aſpergebant. Sit enim ara ærea, intus vacua, & undique clauſa, cui ſubjiciatur baſis diſtincta in plura intervalla; pro numero ſtatuarum; & à fundo tot deducantur tubi per corpora, & brachia ſtatuarum. Sint item duo canales ab ara ad ſingulas baſis cavitates, pertinentes; cùm primùm accendetur ignis, & ara calefiet; calefiet item aër arâ contentus, qui ampliorem locum quærens, per ſyphones liquores impellet.

Eodem principio nitebantur alia quæ pro miraculis ab imperitâ plebe habebantur, nempe ut portæ, accenſo igne aperirentur, aut Deorum ſta-



tuæ in orbem circumagerentur, & propter ſacrificia tripudiare viderentur. Nam ſi fiat ara A, undique clauſa, quæ habeat canalem AB, pertinentem ad vas B, etiam undique clauſum, & plenum aquâ, inſtructum tubo C D. Sit item vas E ſuſpenſum è fune circumligato circa portarum cardines, cui reſpondeat pondus, gravius vaſe E vacuo; ſed minus grave quàm idem vas E plenum aquâ. Accenſo igne in ara A, aër rarefiet, & delatus per tubum AB, aquam expellet, hæc per ſyphonem CD fluet in vaſculum E, unde præponderabit ponderi, & portas aperiet.

Poteſt item ſine ullâ aquâ, aër ex arâ calefactâ procedens incurrere in rotas, eaſque circumagere. Ita machinam conſtruimus, quæ fumo circumagatur, & veru circumagat: immò ſolo candelæ fumo idem præſtamus. Multò magis ſi deorum ſtatuæ in rotula chartacea, & leviſſima ſtatuantur, poterunt ab aëre, ob rarefactionem, ex arâ calefactâ prodeunte, circumduci & in choreas moveri.

Vis autem rarefactiva, tanta nonnullis corporibus ineſt, ut mirabiles effectus producat: ita pulvis noſter nitratus, igne concepto maximas edit ſtrages.

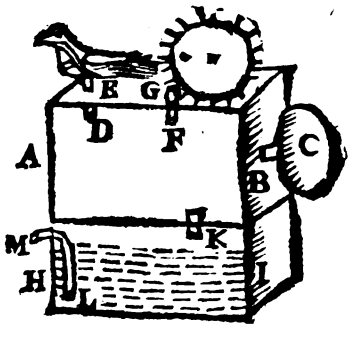
Ita ſi fiant vitreæ ſphærulæ, nucis avellanæ magnitudinem adæquantes, quibus includatur aut acetum, aut aqua, ſale mitrato bene ſatura, ſaltem ad medietatem, illæque rurſus ad lampadem hermericè claudantur, illæ prunis mediocriter accenſis impoſitæ, ubi calorem conceperint maximo fragore in mille minutiſſimas partes diſſilient.

PROPOSITIO XX.

Problema.

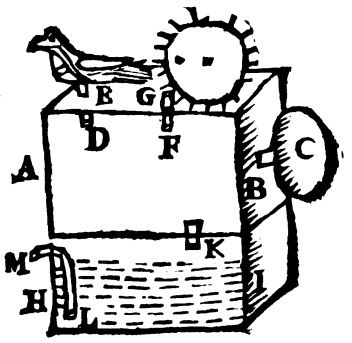
Memnonis ſtatua, aut avicula.

De Memnonis ſtatua referunt antiqui ſcriptores Plinius, Philoſtratus, & alii quamplurimi; eam licèt marmoream, ita tamen compoſitam fuiſſe, ut oriente ſole, ſonum quaſi cytharæ ederet. Memnoniæ item aviculæ, ſeu Memnonis ſepulchro inſculptæ, concentum aliquem producebant. Tentabimus igitur, an aliquo artificio pneumatico idem præſtare poſſimus. Non video quid ſol præſtare poſſit, neque quomodo motum aliquem in re inanimatâ poſſit efficere. Duos enim præcipuos effectus producit, lumen, & calorem. Lumen oculum quidem immutare poteſt; motum autem localem, qui ad ſonum edendum neceſſarius videtur, nullo modo poteſt producere; calor vix ſine rarefactione motum producet. Quærenda primò eſt materia, quæ ſolis radiis expoſita calorem concipiat, unde ut calorem augeamus aliquod ex dioptrica, aut catoptrica ſubſidium accerſere poſſumus.



Sit ergo vas A B undique clauſum, & ſoli expoſitum,

positum, & ut solis actio juvetur, inserantur phialæ vitreæ, qualis est phiala C, cujus collum foramini inseratur & bene affr.ruminetur. Instruatur quam plurimis hujusmodi phialis, vasis facies, quæ solem orientem respicit; vitrum enim



satis facile incalescit: sicut & aër vitro inclusus. Ut autem juvetur actio solis, disponantur specula aut cava, aut etiam plana, quæ solis radios in phialas reflectant; sic enim actio solis augebitur; aër vase & phialis inclusus, ubi calorem senserit, rarefiet, majoremque locum quærens feretur per tubum D E, usque ad rostrum avium, in quo aptabuntur fistulæ. Unde necessariò sonus edetur, si sonum cytharæ requiras, sit alius tubus F G, per quem ventus feratur, & in rotulam exactè libratam impingat, hæc facilè cytharæ chordas impellet. Artificium non appono, est enim cuilibet obvium.

Si præterea aquæ gravitate uti volueris; Sub vase AB sit aliud HI, undique etiam clausum, & aquâ plenum; dum aër tam phialâ C, quam vase A B contentus, radiis solaribus calefactus, rarefiet, & majorem locum affectabit; per tubum K, in aquam aget, eamque per tubum LM ad ascensum coget. Quare si situlâ excipiatur, hæc gravior reddita, rotam movere poterit; & motu rotæ quemcumque volueris sonum, & motum producere poteris.

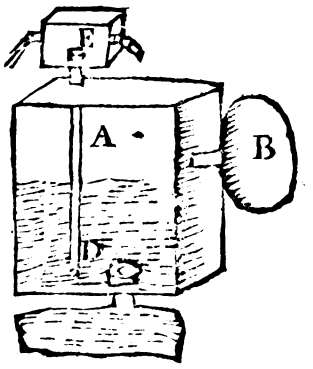
PROPOSITIO XXI.

Problema.

Fons perpetuus, per rarefactionem, immò & motus perpetuus.

Hactenus decantatum illud motûs perpetui problema insolubile permansit, & quamdiu unico tantùm gravitatis, aut elateriorum principio innitemur, non solvetur. Si tamen aliquem effectum, perenni cœlorum motui connectamus, facile voti compotes erimus: cum motus perpetuos & indefectibiles, in ipsâ naturâ, deprehendamus. Ita fontes habemus naturales duobus principiis innixos, nempe calore, ex quo rarefactio & levitas, aquam supra aërem evehens; exinde remittente paulisper calore, innata aquæ gravitas, quâ vel in terram decidit, vel in supremis cautibus adhærens, præcipitatur ex montibus, & in mare procurrit. Simile quid tentabimus.

Fiat vas A, ex materiâ solidâ undique clausum, si hæc materia facilè calefieri non potest, aptentur illi vasi quamplurimæ phialæ satis amplæ, qualem in B efformavimus. Sit in fundo vasis assarium, quod introrsum aperiri possit, atque adeò aquæ infra vas stagnanti, aditum præbeat; exitum verò deneget: hoc vas instruatur canali DE, in cujus



superiori parte nempe E sit aliud assarium, extrorsum vergens, hoc est quod exitum aquæ concedat, aëri autem aditum intercludat. Hæc machina soli exposita, ita suum habebit effectum. Sit pars aliqua vasis plena aquâ; ubi aër phialis inclusus incaluerit, rarefiet, majoremque quærens locum, aquam impellet; meliusque claudet assarium C: aqua impulsa per canalem DE feretur, aperietque assarium E & inde defluet. Cum verò nocturno frigore aër condensabitur, & se admodum locum coarctabit: tunc ut volunt nonnulli aquam ad se trahet, & assarium C elevando aquam stagnantem exsuget, vel aër vase A, & phialis B inclusus, frigefactus nocturno frigore, non tam resistet condensationi, ac antea; atque adeo aër externus gravitabit in aquam stagnantem, eamque attollet & immittet in vas A B.

Quamvis autem præcipua mutatio aëris fiat matutinis horis, cum primum radii solares machinam attigerint; si tamen receptaculum E fuerit satis amplum, & capax excipiendæ aquæ, quæ per totum diem fluat, habebimus fontem perpetuum. Fiat igitur vas AD capacissimum, sicut & receptaculum E, si nempe desideramus fluxum aquæ perennem.

Ex hoc principio multa alia deducemus: si quis enim horologium desiderat, aqua ex receptaculo E decidens in rotas, horologium animabit, sive simplex, sive horologium magneticum.

Immò si horologium desideramus perpetuo mobile, aqua ex receptaculo cadat in situlam, hæc gravior facta horologium movebit, viceisque ponderum habebit; donec incurrat in planum aliquod inclinatum, tunc enim effundetur aqua, & situla levior reddita, ab oppositio pondere in suum locum restitui poterit. Cujus rei figuram non appono, neque enim difficile est ab uno motu ad alium progredi: sufficiat innuisse principium ex quo infinita corollaria deducere possumus.

PROPOSITIO XXII.

Problema.

Thermometrum multiplex.

Thermometrum vocamus instrumentum, quo augmenta caloris, & frigoris dignoscere possumus: in quo nempe vel quinam dies aliis calidiores, quænam horæ, aut loca nullo negotio animadvertere possumus. Hujusmodi instrumenta in statica descripsimus.

PROPO

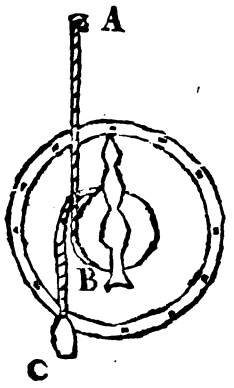
Digitized by Google

PROPOSITIO XXIII.

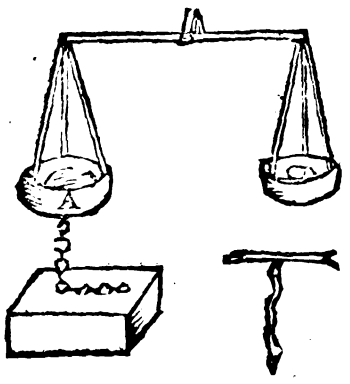
Problema.

Hydrometrum multiplex.

Sicut priori machina calorem, & frigus dignoſcimus; ita ſequentibus ſicci, & humidi mu-



tationes, & gradus metiemur. Sit ergo cannabinus funis ſatis longus, qui per aliquas horas aquæ ſalſæ immergatur, extendatur deinde, circumvolvaturque cylindro B, adjiciaturque pondus modicum C; cylindrus autem inſtruatur indice. Dico fore ut humido aëre, funis fiat brevior, & conſequenter cylindrum, & indicem circumvolvat. Id pariter præſtare poteris folio chartæ ſemel aquâ ſalsâ madefactæ: hoc enim habet ſalſedo, ut humorem in aëre exiſtentem attrahat. Unde quæcumque aquâ ſalsâ ſemel maduerunt, nunquam ita perfectè exſiccantur, ut cœlo, vel tantiſper pluvio, iterum humiditatem non contrahant. Alio modo idem præſtabis. Spongiam A,



aquâ ſalsâ ſemel imprægna; etiamſi exſiccetur, tempore pluvio fiet gravior; unde ſi in bilance appendatur, & ex alia parte pondus ferè æquale, item lanci filum globis inſtructum annectas; quò erit humidior aër, eò magis deſcendet ſpongia A; paucioreſque globi ſubjectæ menſæ inſidebunt.

Ariſta item avenæ, utpote in helicis modum contorta, ad minimum humoris attactum variè detorquetur. Unde ſi illi leviſſimum indicem apponas, cui circulum in gradus diviſum ſubjicias, vel minimam indicabit aëris mutationem. Sed iſta non ſunt propriè hujus loci.

PROPOSITIO XXIV.

Problema.

Æolipilæ.

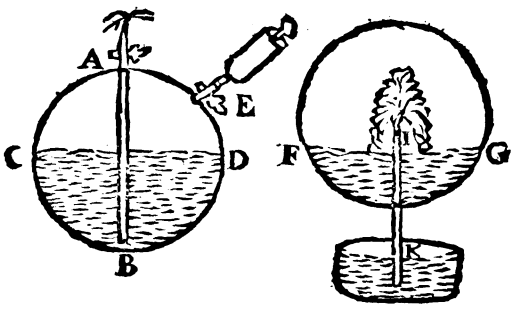
Fiat ex materiâ ſolida, ut ære, ferro, globus in cujus extremitate ſit collum breve, & foramen exiguum; impleatur dimidia parte aquâ, & prunis ſubjiciatur, ita ut vehementer incaleſcat, aqua in ventum mutabitur, ita ut ventus ſatis validus, nonnunquam per horam integram ſentiatur. Si collum fuerit flexuoſum, ſpiritus egrediens, ita illidetur, ut maximum ſonum edat; ſi foramini fiſtulam, aut quodcumque aliud inſtrumentum apraveris, ſonum fiſtulæ audies. Eſt tamen difficultas in immittenda aqua, quare ad latera nonnulli claviculam, & infundibulum addunt: ſed per foramen immitti poteſt multùm aquæ. Si enim calefiat valide totus globus, & in aquam frigidam ita immitatur ut foramen immergatur, aër frigefactus, dum ſe ad minorem locum occupandum coarctabit multam aquam attrahet.

PROPOSITIO XXV.

Problema.

Fonticulas per compreſſionem aëris.

Sit ſphæra quæcumque AB, quæ mediâ parte impleatur aquâ, per claviculam E immittatur



ſyrinx, tum ſæpiùs aër violenter immittatur, vel aqua, parum interest, obversâ ſingulis vicibus claviculâ E. Quod alio etiam modo fieri poſſet, ſi nempe anthlia Sphæræ AB, aſſario inſtructæ apraretur; faciliùs enim aër, & aqua intra Sphæram violenter immitteretur. Poſtquam ſufficienter aquæ, & aëris immiſeris, ſi clausâ claviculâ E, aperueris claviculam A, aër majorem quærens locum, aquam expellet, & ſalientem efficiet. Hic autem fonticulus, vix per quadrantem integrum, aquam ejiciet: debetque tantùm adhiberi in ludicris aliquibus, ut in conviviis, aut theatris. Ut ſi quis Naiadem repræſentare vellet, eius capiti corona imponi poſſet, quæ laxato epiſtomio, aquam in altum ejiceret. Pariter ſi quis Neptunum exhiberet, poſſet tridentem vacuum, & aqua, & aëre compreſſo implere: ita in aliis multis exemplis hujuſmodi principio utendum eſt.

Non eſt neceſſe duabus claviculis machinam inſtruere, poſſet enim ſyrinx immitti per canalem E. Immo ſine ſyringe, ſi quis violenter per canalem A inſufflet, ſpiritumque idemtidem vio-

lenter immittat, appoſito ſingulis vicibus digito, ſi nulla ſit clavicula, eundem effectum habebimus. Sic vidi ampullas vitreas quibus inſertus fuerat ſyphunculus, reſinâ & pice afferruminatus, in quas ore tantùm ſpiritus immittebatur, qui majorem affectans locum, ſalientem efficiebat.

Si addas ad latera aviculas, fiſtulis inſtructas, eo modo quo figura oſtendit, clauſis aliis claviculis, ſi aperiatur clavicula E, cantum avium habebis: poteſt autem ampullæ A B ſubſtitui vas aliquod capaciſſimum, ut diutius perduret ſaliens. Ne tamen adhibeatur materia lignea, vix enim ita exactè claudi poteſt, ut nullum aditum aëri externo præbeat, aut exitum aëri violenter intruſo deneget.

Non adhibui figuram anthliæ, quâ dixi facilè machinam onerari poſſe; quia anthlias inferiùs accuratè deſcribam. Non appoſui etiam demonſtrationem ullam, nam in hâc materiâ, vix alia adhiberi poteſt, quàm prolatio ipſius principii phyſici; & machinæ conſtructio.

PROPOSITIO XXVI.

Problema.

Navicula ſeipsâ mobilis.

Ut navim aquis innatantem, & ſeipsâ mobilem exhibeamus; conſtruatur navicula ex laminis ferreis, vacua, & capax excipiendi aëris, ſuis inſtructa velis. In illius cavitatem aër violenter immittatur vel anthliâ vel ſyringe, ut ſupra docuimus. Sit autem tubulus ita incurvus, ut in vela rectà ſpiritum dirigat; laxetur epiſtomium, magno impetu compreſſus aër erumpet, & in carbaſa impingens naviculam movebit. Quod ſi nolis omninò naviculam rectà ferri, veliſque eam in orbem moveri; clavum ad latus detortum alliga, navicula dum movebitur, circulum deſcribet.

Invenio tamen difficultatem in hac machinâ, nempe ut ventus incluſus ipſam machinam, & ſeipſum, hoc eſt principium motûs, moveat. Ratio difficultatis petetur ab aliâ machinâ, quam jam ſupra attigimus in mechanicis. Poteſt rota papyracea ita conſtrui, ut ſubjectâ candelâ accenſâ, ab erumpente fumò moveatur. Illius figuram non appono, artificium conſiſtit in rota horizontali fumum excipiente, quæ pinnis & quaſi alis, in eamdem partem obliquè detortis conſtat; certum eſt autem ſi candela quæ in hoc caſu, ſe habet per modum principii motûs, machinæ ita annectatur, ut motâ machinâ moveatur etiam ipſa candela, nullus ſequetur motus. Pariter in hac machinâ eventurum exiſtimo. Quamvis enim ſi daretur vas immobile, plenum aëre condenſato, laxato epiſtomio aër in vela cymbæ alicujus ſeparatæ incurrens eam movere poſſit; nego tamen ſi vaſi ipſi annecterentur vela fieri poſſe, ut à vento ex ipſius capacitate erumpente moveri poſſit. Sicut quamvis homo extra naviculam poſitus, eam trahere aut impellere poſſit, ſi tamen intra naviculam conſiſtat, impoſſibile erit, ut eam vel tantillulum commoveat, niſi in aliquid extrinſecum connitatur. Ita etiam dicendum eſt, quamvis aër erumpens in vela impetum faciat, videtur tantumdem conniti in contrarias partes.

Ex quo poſſent ſolvi nonnullæ difficultates, quæ moventur circa terræ immobilitatem, nempe cur venti terram non commoveant. Qui tamen in hac materia benè raciocinari voluerit, experimentum faciat.

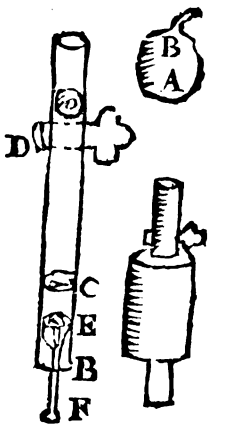
PROPOSITIO XXVII.

Problema.

Sclopetum pneumaticum conſtruere.

Sclopetorum, & tormentorum bellicorum communium vires, à rarefactione petuntur; implentur enim materiâ, quæ facilè & ignem concipere, & dilatari per rarefactionem poſſit. Hic propriè rarefactione non utimur, ſed virtute, quam vocant elaſticam: vi cujus compreſſus aër, & in anguſtias redactus, ubi exitum invenerit, ſe extendit.

Fiat ergo ex materiâ ſolidâ, ut cupro, aut ferro tubus in tres cavitates diviſus, ope duorum ſeptorum C & D, perforatorum tamen. Septo C imponatur platiſmation, ſeu aſſarium, ſed fideliſſimum, quod introrſum aperiri poſſit. Septum autem D inſtruatur clavicula perforatâ, & fideliſſimâ, quæ obverſa omnem aëri exitum deneget. Fiat & piulcus E F, cylindrico corio conſtans, & perforato, cui introrſum apponatur platiſmation ſeu aſſarium. Ita autem introducitur aër in cavitatem CD: piulcus E, oleo inunctus, ut meliùs cavitati quadret, omnemque excludat aërem, agitetur quàm poteſt citiſſimè, is impellet aërem contra aſſarium C, & in cavitatem C D introducet. Dùm autem retrahetur piulcus, aſſarium C claudetur, utpote, attractus à piulco, aut expulſus ab aëre jam condenſato, & aſſarium E aperietur ab aëre externo, atque adeò reciproco motu condenſabitur aër intra cavitatem CD. Tunc ſi imponatur globus plumbeus O, & obvertatur clavicula D, dabitur exitus aëri, qui magna vi globum ejiciet; ſi clavicula D citò obvolvatur, & rurſus claudatur, poterit quinquies, aut ſexies globos ejaculari.



Nonnulli volunt cavitatem paulò majorem, unde duos canales minores, alteri majori inſerunt, & bene afferruminant.

Poſſet item aliud ſclopetum hydraulicum excogitari, ſi nempe aqua eo incluſa, vehementer calefieret, tunc enim in ſpiritum, & vaporem mutata, impetum conciperet.

PROPO

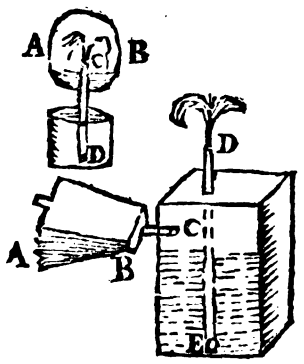
Digitized by Google

PROPOSITIO XXVIII.

Problema.

Alii fontes per compreſſionem aëris aut aquæ.

Alios multos modos comprimendi aëris, aut aquæ, excogitare poſſumus, quibus artificiales



fonticulos conſtruemus. Sint enim folles pleni aëre, ſit canalis BC pertinens ad ſummitatem vaſis alicujus aqua pleni, & alio canali DE inſtructi, ſi follibus apponatur pondus, aër à follibus compreſſis extruſus, fonticulum efformabit.

Nonnulli follibus ipſis aquam includunt, quia tamen id difficilius videtur, eò quòd aqua corium madefaciat, & ut plurimum corrumpat, ideo facilius eſt aërem tantum follibus includere.

Hoc artificio nonnulli ſedilia ita adornant, ut ſi quis in ipſis ſedeat, undique aqua exiliat: idem præſtare poſſumus in aliqua parte pavimenti.

PROPOSITIO XXIX.

Problema.

Fonticulus per aëris dilatationem.

Sit ſphæra vitrea AB, canaliculo CD inſtructa, ori admove orificium D, & quantùm potes aërem exuge, ita ut in ſingulas reſpirationes, digito obtures orificium D; dico ſi multum aëris exſugas, & tubuli CD orificium D aquæ immergas, aſcendet aqua, & ſalientem intra ſphæram efficiet. Cum enim aër dilatatus ſit, & ſe reducat ad ſtatum connaturalem; aquam, ut volunt aliqui metu vacui attrahet, vel ut alii aſſerunt, cum aër poſt exſuctionem, ſit magis dilatatus, quam ut poſſit reſiſtere compreſſioni, quam patitur à gravitate externi aëris, aër externus in aquam vaſis ſubjecti gravitabit, eamque violenter in ſphæram AB impellet. Poſſet ſyringe aut anthliâ exſugi aër intra ſphæram AB contentus.

Simili artificio, poterit fieri avicula, quæ oblatam aquam bibat, & alia multa in hunc modum.

DESCENSUS AQUÆ.

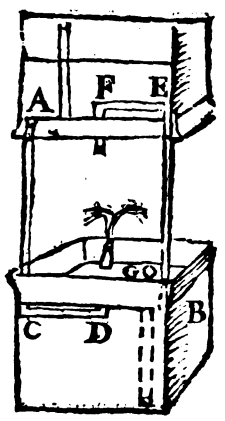
Hoc principium eſt univerſaliſſimum, & notum omnibus; de quo in ſuperiori tractatu multa diximus. Sicut autem fons cujus ſcaturigo eſt in editiſſimo monte, ita poteſt deſcendere, ut reſiliens ſalientem exhibeat, ita etiam ſi vas aquâ plenum in ſuperiori domus contignatione ſtatuamus, poterimus eam per occultos canales deducere, & ſalientem efficere. Qui modus facilis eſt, & ſimplex, utiliſſimus tamen, & ſæpe adhibendus, potiùs quàm alij reconditiores.

PROPOSITIO XXX.

Problema.

Clepſidram conſtruere.

Fiant duo vaſa ampla quantùm ſatis, ad ſubminiſtrandam aquam per horam integram, aut per ſemihoram, ut libuerit, ſint autem ſeparata ab invicem, ſintque vaſa A & B, protendatur à va-



ſe A ad vas B canalis recurvus ACD, patiter à vaſe B ad vas A canalis BFE. Utrumque vas habeat circa C labrum, & foramina G & H, tubis inſtructa, ut aqua in vaſis cavitatem poſſit deſcendere. Implebitur autem alterutrum aquâ, per foramen G vel H; ſi quod plenum eſt ſtatuatur in loco ſuperiori; verbi gratiâ vas A ſit plenum; aqua propriâ gravitate, per tubum ACD deſcendet, efficietque ſalientem, & per foramen G, vas B ſubibit; ubi verò tota fluxerit, invertetur clepſidra, & rurſus aqua per tubum BEF delapſa, in oppoſito vaſe ſalientem efficiet.

PROPOSITIO XXXI.

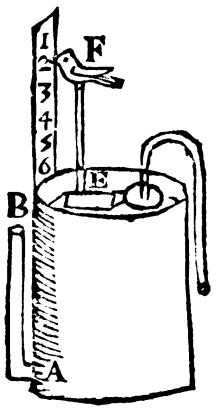
Problema.

Varia clepſidræ, & horologia hydraulica.

Antiquorum clepſydræ erant ut plurimum vaſa lapidea, inferiori parte perforata, quæ certæ menſuræ aquam excipiebant. Dum ergo aqua per foramen non adeo magnum fluebat, certum etiam tempus elabebatur. Unde defenſori dupla aquæ tribuebatur, id eſt duplum tempus. Dicebantur hujuſmodi vaſa clepſidræ, quia aquam ſuffurabantur: quare cum in clepſydris aqua decreſcat continuò, ſi in clepſydræ lateribus, fiant notæ ſingulis horis reſpondentes, habebimus horologium ſatis parabile, & facile. Unum tamen moneo, ne ſcilicet vaſa ſint parva, & foramen exiguum, alioquin cum aqua quantumvis defœcata, ſordes aliquas ſecum deferat, maxima erit in horis notandis irregularitas. Notandum etiam velim in clepſydris communibus fluxum aquæ non eſſe æqua-

lem, ſed initio plus aquæ effluere, quam in fine. Dedimus autem in tractatu ſuperiori proportionem, quam aquæ decrementa inter ſe obſervarent.

Ad æqualitatem tamen revocabuntur, ſi aquæ ſupernatet lignum, cui ſiphunculus inſeratur, ita ut deſcendente ligno, deſcendat ſimul, & ſyphunculus, & æqualiter ſemper aquæ immergatur.

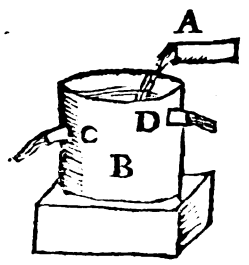


Conſtituto ſemel hoc motu decrementi aquæ in clepſydra, & ad æquabilitatem adducto, facilè erit varia comminiſci horologiorum genera. Primò ſi vaſi tubus vitreus AB addatur, cum in tubo Aβ aqua decreſcat eodem prorſus modo quo in vaſe; ſi ejus altitudo diſtinguatur notis aliquibus, horas in tubo vitreo indicatas videbimus, per deſcenſum aquæ. E contra ſi alio vaſe excipiatur aqua, contrario motu, & ſerie horas aqua indicabit, nempe per aſcenſum. Si aquæ lignum imponatur, quod ſupernatet, cui imponatur ſtatua; deſcendente aquâ deſcendet ſtatua, & in adverſo pariete, horas indicabit.

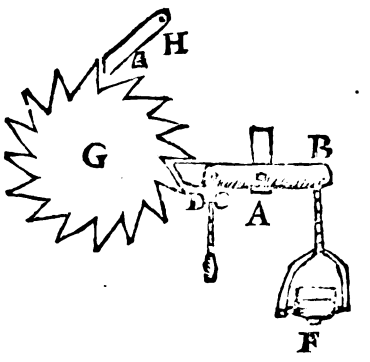
Huic ligno ſi funem annectas obvolutum circa trochleam, cujus axi inſeratur index horarius, modò tamen trochleæ circumferentia æqualis ſit, decremento aquæ duodecim horarum, index horas indicabit in circulo verticali. Addunt nonnulli Magnetem trochleæ, qui ſucceſſivè reſpondeat characteribus ſingularum horarum, tum lacertula chartacea, acu Magneticâ inſtructa reptabit in circulo horas præferente, & horam indicabit.

Pariter ſi loco ponderis, magnes ipſe ſuſpendatur, ſenſim attolletur. Unde ſi magnes intra canalem abſcondatur; lacertula chartacea acu Magneticâ inſtructâ reptabit ſecundùm exteriorem canalis ſuperficiem, & horas indicabit. Alia ſexcenta excogitari poſſunt, eodem tamen nixa principio, nempe aquæ defluentis.

Quia fluxus aquæ vix regularis eſſe poteſt, nonnulli arena utuntur adjecto ſemper ligno, quod arenæ incumbat, & ipsâ deſcendente ſubſidat.



Poſſumus alio modo fluxum aquæ regularem efficere. Sit enim fons perpetuus A, ſive regulariter, ſive irregulariter aquam profundens; excipiatur aqua vaſe B, in duobus locis perforato in C & D; foramen C ſit in parte inferiori vaſis, ſitque minus, ita ut per illud tota aqua quæ tubo A ſuppediatur, fluere non poſſit. Secundùm ſit D ſuperius, ita magnum, ut reliqua aqua per illud dilabatur: dico per foramen C, eamdem ſemper aquam fluere, quia eadem in vaſe B, ſemper eſt aquæ altitudo. Dato autem aquæ fluxu æquabili motus æquabiles ad horologia automata faciles habebimus, Fiat vas F culminans; vocamus



autem vas culminans, illud quod plenum aqua, invertitur, eò quòd ſuſpenſum ſit infra medium; vacuum autem conſiſtit horizontaliter, & aquam excipit. Sit tale vas F, annexum regulæ AB, quæ volvi poſſit circa punctum A. Sit autem in C, adhuc plicabilis eadem regula, ita ut pars CD, immotâ regulâ CB, attolli poſſit, deprimi autem non poſſit, quin tota regula moveatur. Hoc vocant artifices noſtri pedem capræ: atque ita dum regulæ AB extremum B deprimetur, extremum D attolletur, & impellet rotulæ G denticulum unum; dum verò extremũ B attolletur, extremum D non poterit impellere denticulum, quia regula eſt plicabilis in C. Debet item addi pondus D, quod levius ſit vaſe F pleno; ſed gravius vacuo. Ponamus impendi minutum unum, ut impleatur vas F, ſingulis minutis impelletur unus denticulus: ſi ergo in rota ſint denticuli 60, habebimus motum horarium, nempe unam circumvolutionem rotæ G, intra horam. Debet item eſſe retinaculum H, permittens quidem ut rota denticulo uno promoveatur, impediens tamen ne regrediatur. Idem habere poteris ſi vas F haberet ſyphonem inverſum, aut inſtrueretur tubo diabete ſupra deſcripto.

In horologiis communibus automatis fiunt elateria, quæ motui in unam partem reſiſtunt, alteri obſequuntur, ita dum pondera attollimus, rotæ immobiles perſeverant; licèt cylindrus cui annexum eſt pondus, moveatur. E contra moveri non poteſt cylindrus à pondere in aliam partem quin ſecum rotas horologii deferat. Qui hujuſmodi elateria non concipit, horologium aliquod automaton inſpiciat, hujuſmodi elateriis, & vaſe culminante horologium perficiemus. Nam ſingulis vicibus quibus vas culminans implebitur, pondus oppoſitum attollet, quantùm neceſſarium eſt ut promoveatur horologium uno minuto, vel duobus, poteſt enim hoc determinari.

Vaſa culminantia appoſitè adhiberi poſſunt ad alios motus hydraulicos perficiendos, ut ad cantus avium, motus ſtatuarum, præcipuè verò quoties continuus motus non exigitur, ſed tantùm alternus, ut dicemus infra.

PROP.

Digitized by Google

PROPOSITIO XXXII.

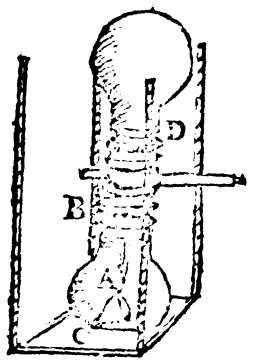
Problema.

De arenariis.

Quamvis horologia arenaria non videantur hujus loci, quia tamen & clepsydræ dicuntur, & à clepsydris originem duxerunt; pro quibus etiam substituuntur, ideò hâc propositione aliquid de illis mihi dicendum esse existimavi. Arena hoc habet præ aqua, quod per idem foramen, per quod ipsa descendit, aër succedere possit, & ejus locum implere. Hîc methodum aut conficiendæ arenæ, aut defœcandæ, & percolandæ, tradere non est animus; hoc enim ad artifices spectat. Monitum tantum unicum apponam; quod præcipuum est in hac materiâ, & cujus defectu, non pauci multum temporis in concinnandis arenariis, sine successu impendunt. Præcipuum igitur punctum est, ut nodus, quo ampullæ committuntur, & conjunguntur inter se, ita bene afferruminetur, ut omnem aëri exteriori aditum præcludat. Secundùm est ut parùm admodum aëris intra ampullas includatur: nempe sint calidæ ampullæ, dum claudantur. Quia tunc parum aëris, ut pote calidi, & rarefacti, iis continebitur: quando enim constipatus aër includitur, fluxum arenæ sistit, ita ut arenaria alioquin optima, hoc solo vitio inutilia reddantur.

Quæri potest an arenaria sint mutationibus aëris obnoxia, ita ut plus temporis arenæ fluxus impendat pluvio cœlo, quàm sereno. Sunt qui asserant, modò benè committantur ampullæ, & nodus omnem aëri externo aditum præcludat, nullam ab externo frigore aut calore inæqualitatem invehi posse. Quamvis enim ampullæ calefiant, aut frigefiant, non tamen aër condensari, aut rarefieri potest. Non quidem rarefieri, quia locum majorem occupare non potest: cum coarctetur ampullis; non condensari, quia ut volunt condensatio aëris est ab externo aëre gravitante. Res certè digna experientiis, præcipuè verò in majoribus clepsydris, ut si quis clepsydram 24 horarum, aut 12 perficeret, quam per integrum mensem, ita suo tempore inverteret, ut nunquam eam cessare permitteret. Si enim justa haberi possit temporis mensura tamdiu quæsita longitudo habebitur, ut adhuc docebimus sequenti tractatu.

Quia autem in machinis versamur, tradendus est modus clepsydram, seu arenarium ita perficiendi, ut seipso postquam tota ferè arena fluxerit, invertatur, immò, & in circulo notatas horas indicet. Habui aliquando tale, cujus artificium breviter perstringam. Suspendebatur horologium in cardine, seu axe versatili, & horizontaliter dispositio, qui utramque ampullam per nodum amplectebatur, vel potiùs utraque ampulla ipsi cardini annectebatur corio delicato, & plicabili, eo modo, quem figura exhibet. Ampulla autem inferior asserculo innitebatur, suspenso quatuor angulis. E statera, & in alio stateræ extremo respondebat pondus paulò levius arenâ, quæ intra horam ex ampulla superiori in inferiorem defluebat. Ex quo fiebat ut ampulla inferior, jam gravior facta, stateræ brachium deprimeret. Additum autem erat axi pondus, horologium invertens ubi stateræ brachium, quod impediebat machinæ rotationem depressum fuerat. Nolui autem totius machinæ figuram apponere, cujus



artificium præcipuum in eo positum est quod ampulla inferior A fiebat ponderosior, deprimebatque asserculum C, suspensum è quatuor extremis è stateræ brachio. Et in pondere quod ex axe dependebat, & depresso stateræ brachio horologium evertebat. Aliæ nonnullæ partes addendæ fuerant, & aliqua notanda ad occurrendum nonnullis difficultatibus, quale est istud, ampullæ intra tubum ferreum carentem fundo inclusæ erant: ut suum situm semper constantem observarent.

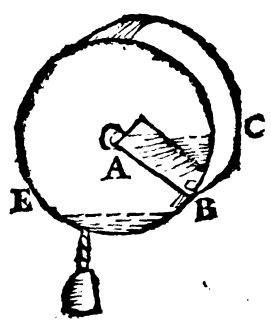
Quamvis autem tale horologium perfecerim, quod singulis semihoris invertebatur, secumque deferebat rotam intra 12 horas, semel volubilem cum indice, & per aliquot dies satis constanter horologio automato responderit, quia tamen pelliculæ plicatiles B & D, vix ita fideles esse possunt, ut externus aër non admittatur, vix unquam perveniet horologium ad regularitatem exactam, qualem in horologiis nostris automatis habemus.

PROPOSITIO XXXIII.

Problema.

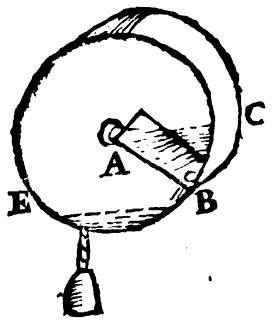
De tympano semel intra horam volubili.

Describit Pater Bettinus in suo ærario, horologium aqueum, satis ingeniosum, quod prætermittere nefas duxi.



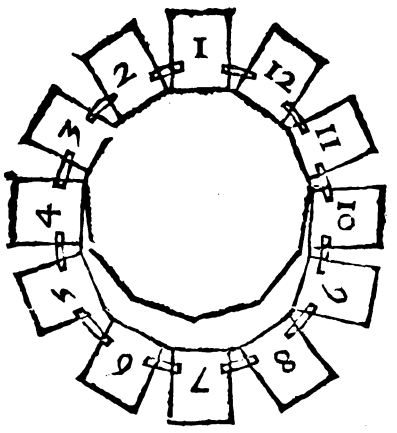
Sit igitur tympanum, ex materiâ, quæ aquam continere possit, ut ex laminis stanneis, aut plumbeis. Ex ferro ut vocant albo vix fieri debet, quia hæc materia rubiginem contrahit. Hoc tympanum ex una parte habet diaphragma AB, perforatum unico foramine. Statuatur autem in axe volubili tota machina, ita ut

ut circulus qui tympani basis est, sit verticalis, axi autem appendantur pondus; tertia, aut



quarta pars tympani sit plena aquâ, qualis est ABC, pondus autem non possit tympanum cum aquâ attollere, resistente scilicet aquæ pondere. Aqua igitur per foramen in septo, seu diaphragmate AB factum, defluet in B E, & cum magna ejus pars defluxerit, à pondere ita invertetur machina, ut septum ascendat ex B in C, rursusque occurrat aquæ ad partes E, eamque elevet sicut priùs in C, & ita secundò fluet, & tertiò. Quare si tanta copia aquæ sit in tympano, & pondus D tale sit, ut aqua ipsi respondens, unâ horâ fluat antequam superetur à pondere D, singulis horis semel rotabitur, seu culminabit tympanum. Quod faciendum erat.

Ut autem novâ methodo sine ullis rotis horas indicet hoc artificium quod in multis



aliis horologiis adhiberi vidi, uni ex circulis, seu basibus tympani annectatur firmiter endecagonum. Circa quem statuatur catena, seu series duodecim asserculorum connexorum inter se, habeantque illi asserculi characterem horarum. Et quia sunt duodecim illi asserculi, & latera in polygono sunt tantum undecim, inferiores asserculi dependebunt, nec insistent lateribus polygoni. Cogitetur autem circumvolvi tota machina secundùm seriem 1. 2. 3. singulis circumvolutionibus asserculi mutabunt sedes, & provehentur uno puncto. Quare si ante hujusmodi asserculorum seriem; seu catenam, ponatur alius circulus totum artificium tegens, in quo sit foramen respondens lateri determinato polygoni; verbi gratiâ puncto A, spectabitur per foramen modò asserculus præferens characterem 1, & post sequentem circumvolutionem asserculus insignitus charactere 2, & ita deinceps, quare asserculorum notæ, per foramen apparentes horas indicabunt.

Faciliùs solo tympano horas habebimus. Si enim tympanum duodecim diaphragmatibus perforatis dividatur, & foramen uniuscujusque diaphragmatis tale sit ut aqua, unam horam impendat ut per illud fluat; habebimus rotam intra 12 horas unam circumvolutionem peragentem. Idem arena facilius, & certius perages, si in orbem duodecim ampullæ utrinque perforatæ disponantur.

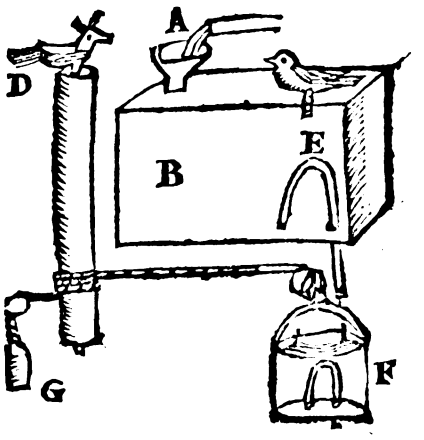
Aliæ multæ horologiorum species inveniri possunt, per aquæ fluxum, quia tamen aqua multùm sæpe incrassatur, ideo æquabilitatem præstare non potest.

PROPOSITIO XXXIV.

Problema.

Aquâ ventum producere.

In multis instrumentis musicis, vento & spiritu indigemus, talia sunt organum pythaulicum, fistulæ omnis generis, tubæ. Quare necessarium existimavi, modum docere, quo aquæ fluxus ventum, & spiritum excitare possit. Et primò quidem si intra vas quoddam aër comprimatur, certum est quod aliquandiu per apertum epistomium magno impetu feretur aër. Idem dico de æolipila; sed de illis jam diximus suo loco.

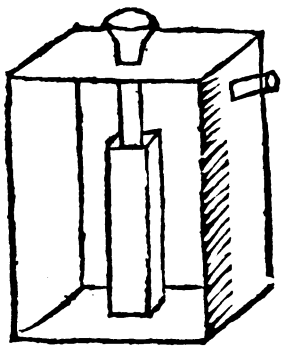


Primus modus erit si aqua impleat aliquod vas, aër per foramen exibit, fistulasque animabit. Quare si per infundibulum A, impleatur vas B, sitque foramen, quod ad fistulas aliquas pertingat, excludetur aër, spirabitque ventus. Est tamen difficultas, nempe in evacuando vase B, quod præstare possumus vel syphone inverso, vel diabete. Ita nonnulli machinam componunt, in qua aviculæ ad conspectum noctuæ obstrepunt, & canunt, noctuâ autem recedente, silent. Ut si sint aviculæ, noctua D, interea dum per infundibulum A, repletur vas BE, aër egrediens aviculas animat ad cantum, cum verò aqua pervenerit ad syphonis flexuram E, cessant aviculæ, & aqua per syphonem E decidens implebit vas subjectum, quod tunc superabit pondus ipsi oppositum G, & columnam volvet cui noctua innititur, eamque avertet, & ita deinceps. Poterimus autem efficere, ut eadem aqua successivè ab una basi in aliam descendens idem præstet; unde ferè continuus audietur avicularum cantus.

Quia

Digitized by Google

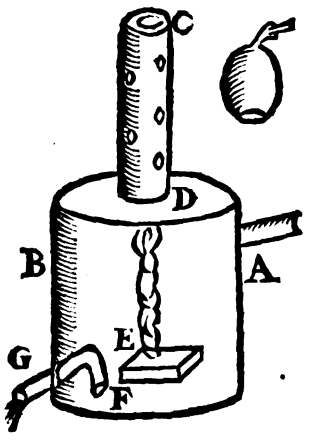
Quia tamen id incommodi videtur habere iſte modus, quod initio majore vi præcipitetur aqua,



& conſequenter ventus majore feratur impetu; ut ſit æquabilis ventus, circa infundibuli pedem, alium tubum circumponunt, ut figura indicat; ſed neque hoc modo vitant omninò incommodum illud.

Tertius modus quem uſurpari vidi in pluribus locis, non quidem pro inſtrumentis muſicis, ſed pro rebus magis utilibus, ut in fornacibus, in quibus ventus tanto impetu ferebatur, ut pileum in aëre ſuſtentaret.

Adhibeatur igitur vas ligneum, ut dolium ſatis benè clauſum, non tamen ita longum, ſeu altum; ſitque AB, in quod aqua influat perpendi-



culariter per tubum CD, idemtidem parvis foraminibus apertum, ut aqua ſecum aërem attrahat. In fundo illius vaſis ſit tabula E impolita, & ex ferro craſſiori compacta, & anguloſa prout libuerit. In una extremitate ſit ſyphon incurvus FG; cujus flexura ſit inferior ſuperficie tabulæ E: in puncto A inſeritur tubus A deferens aërem ad fornacem. Uſus autem talis eſt. Dum præcipitabitur aqua per tubum CD in tabulam E, ſecum defert aërem, & ita eum agitat, ut cum egredi non poſſit per ſyphonem FG, utpote ab aquâ occupatum, defertur per tubum A ad fornacem.

In majoribus fornacibus quæ ad liquandum, aut in varias formas effingendum ferrum multo aëre indigent, nulli amplius adhibentur folles ſed trompæ ut vocant, quæ eundem & ſæpe majorem præſtant ventum: modò ſatis copioſa ſit aqua. Facilè autem parabile eſt inſtrumentum cujus expenſæ vix tres nummos argenteos ſuperant, cum tamen folles eundem ventum præſtantes, vix 100 nummis perfici poſſent, præter rotas, ad eorum agitationem neceſſarias.

Dubitabunt multi an ſpiritus ab hac machina ſuppeditatus ſatis ſiccus eſſe poſſit; præcipuè verò ad liquanda metalla, quibus ſæpe humiditas nocet & liquationem impedit. Experientia tamen docuit valdè utilem eſſe, unde in omnibus fornacibus, exceptis forſitan iis, quæ ad fingendum chalibem deputantur, adhiberi poteſt hoc inſtrumentum. Propter quam rationem vix conſentiunt nonnulli ut organum pythaulicum hâc machinâ animetur. Cum enim baſis organi pythaulici pellibus inter ſe agglutinatis aptata ſit, ſi ventus, vel tantiſper humidus afflaverit, omnia diſſolventur. Unde ut hæc humiditas detergatur, ſeu omnis humor ſubſidat, nonnulli cribra adhibent. Periculum tamen eſt ne per tot foramina illiſus aër, multùm de ſuis viribus remittat. Ego ſatiùs ducerem, ut idemtidem intertumperetur tubus aërem deferens, inſereturque alicui ciſtæ undique clauſæ, ſic enim ſubſideret humor in hujuſmodi ciſtas. Alii vellent tubum deferentem in ſpiras involvere, ſed flexuoſum iter multum de venti impetu adimet.

4. Modus erit ſi intra aquam demittatur vas AB, aër per oſtium A delatus, lingulam aut fiſtulam C animabit ad motum.

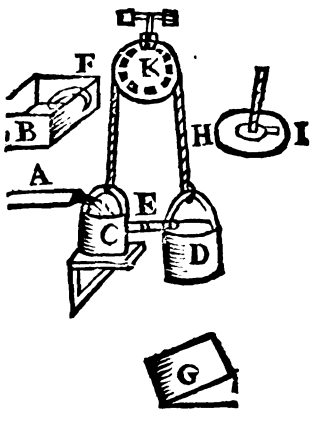
Alias dabimus machinas inferiùs in quibus aqua fluens, rotas aget & folles agitabit.

PROPOSITIO XXXV.

Problema.

Situlæ automatæ dimidiam fontis aquam altius evehentes.

Quod ſuprà variis machinis per attractionem, aut expulſionem præſtitimus, modò vi gravitatis, ſimpliciter præſtabimus. Sit ergo fons perennis A, ex quo ad uſus domeſticos attollenda



eſt aqua uſque ad receptaculum B: ſuppono autem fontem A eſſe elevatum, ita ut aqua poſſit deſcendere. Duæ ſitulæ, C minor, D major, dependentes ex duobus ejuſdem funis extremis, ſint ita compoſitæ ut minor, nempe C, vacua ſit, ponderoſior ſitula D, ſitula autem D plena, utpote capacior, ſuperet ſitulam D. Sit item in ſitula C tubulus E, quo ubi ferè plena fuerit, aqua defluat in ſitulam D; cum igitur plena fuerit ſitula D, attollet ſitulam C, uſque ad receptaculum B, ubi ab uncino B retinebitur, & invertetur, ſitula D ſemper deſcendente uſque ad planum inclinatum G, in quod dum impinget

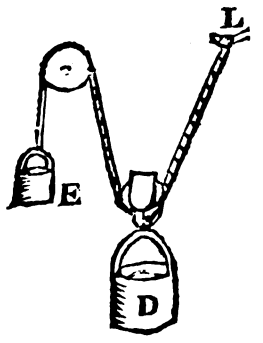
inclinabitur & invertetur, tunc fitula C, ut ponderosior fitulâ D, descendet, eamque restituet in suum locum.

Multæ autem cautiones sunt adhibendæ, ut omnia succedant, prima est ut invertatur fitula C, ab uncino F, potest enim suspendi paulò supra medium, ut facilior sit inversio.

Pariter debet fitula D paulò suprà medium suspendi, vel alia praxis adhibenda est, ut effundatur aqua. Ut si HI esset fundum fitulæ D, si instrueretur platismatio cui annecteretur funis, ubi descenderet fitula, funis attolleret platismation, seu assarium, & aqua effunderetur per foramen platismatii. Eodem modò instrui posset fitula E, assario.

Est etiam aliud incommodum cui occurrendum est, nempe quòd sæpe tanto impetu descendat fitula D, & consequenter ascendat fitula C, ut aqua effundatur. Fiat troclea K, denticulos habens, quæ volvat axem verticalem, flabello instructum, quod incurrendo in aërem motum moderatum reddat.

Si altitudo CB dupla esset altitudinis GD, du-



pla etiam deberet esse fitula D, & tunc duplicandus esset funis fitulæ D, & extremitas funis annectenda in puncto L.

PROPOSITIO XXXVI.

Problema.

Organa Pythaulica.

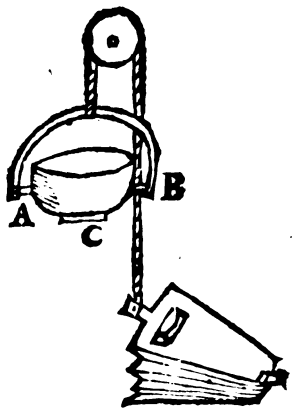
Postquam dedimus modum quo ventus ex aquâ eliciendus est, quod primò necessarium erat, ut organa Pythaulica animaremus, restat ut pariter modum tradamus, quo eadem aqua, sine ullo musico, ea impellere, & ad concentum agitare possit. Supponatur ergo perfectum organum Pythaulicum, cum suo abaco, seu consueto palmularum ordine: nisi quod palmulæ nigræ, quæ breviores esse consueverunt aliis, fiant iis æquales. Fiat deinde tympanum seu cylindrus satis magnus, ut plurimum cantilenarum sit capax. Hic cylindrus ita libretur super axe volubili, ut ejus superficies palmulas radat. Sit rota aquaria exterior quam aqua in orbem circumvolvat, sint autem in ejus axe pauciſſimi denticuli, sit item in basi tympani rota denticulata, ita ut minuatur motus, & dum rota exterior quinquaginta aut sexaginta circumvolutiones peragit, tympanum unicam absolvat. Debet item adhiberi ventilabrum ut vocant ut motus sit moderatus & uniformis. Quæ omnia satis per se intelliguntur. In tympano autem sint innumera ferè foramina, ita ut singuli foraminum ordines respondeant singulis palmulis. Inseruntur ergo foraminibus clavi, sed ad mensuram & ordinatim alii latiores, alii minores, prout alicui tono insistendum magis erit. Dum ergo volvetur cylindrus suis clavis aperatus, clavi palmulas depriment ad numeros. Quæ omnia satis sunt facilia; unde iis diutiùs non immorabor.

PROPOSITIO XXXVII.

Problema.

Avicularum cantum hydraulicè producere.

Fiat vas culminans AB suspensum infra medium, quo artificio ita aptatur, ut vacuum propter adjectum pondus C, sit erectum; plenum



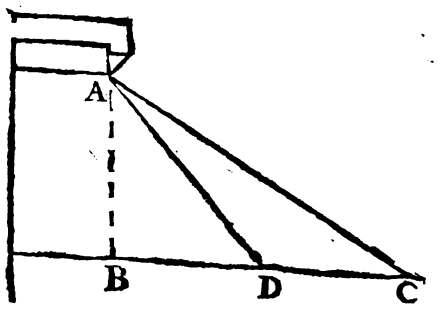
verò invertatur. Respondeat in alio funis extremo follis, onustus pondere graviore quàm sit fitula AB vacua, minùs grave quàm eadem fitula plena. Si ergo influat aqua in fitulam, dum implebitur, attollet folles, eosque aperiet, dum verò invertetur, tunc pondus folles claudet, aëremque in avicularum fistulas ejiciet. Alia multa circa hanc materiam dici possunt, quæ quia sunt cuique obvia & facilia perstringo leviter. Sufficiat igitur ista indicasse, ut ex iis ad similia gradum facere discamus.

DE MACHINIS AQUARIIS.

Machinæ omnes Aquariæ rotis alatis constant, in quas cum aqua incurrit, rotæ circumvolvuntur. Harum igitur machinarum principium est aqua, eoque solo nomine ad hunc tractatum pertinent: mirum autem quàm in varios usus adhibeantur hæ machinæ, & quàm varij sint motus qui ex iis proficiscuntur. Circa hujusmodi machinas unum tantum mihi dicendum occurrit; nempe, an meliùs sit, canalem quo defertur aqua, magis inclinatum, & breviorem reddere, quàm minus inclinatum, & consequenter longiorem habere. Quod ut meliùs explicetur. Supponatur aquæ descensus seu casus esse 10 pedum, hoc est aquam præcipitari ex A in B: quæritur utrum meliùs sit canalem efficere secundùm lineam AC, hoc est minus declivem & longiorem, an verò secundùm lineam AD, seu breviorem, & magis declivem. Certum est ex principiis supra positis in mechanica, gravia tantumdem impetûs habere, si ceciderint ex punctis æquè altis, per quamcumque

Digitized by Google

cumque tandem lineam cadant, ita si ex puncto A cadant duo gravia unum per planum inclina-



tum AC, aliud verò per planum inclinatum AD, ubi pervenerint ad eandem horizontalem BC, æqualem omninò impetum habebunt. Seclusis tamen accidentibus aliquibus; quare videtur perinde esse, sive utamur canale AC, sive canale AD. Nihilominus certum est aquæ fluxum aliquantisper retardari ab inæqualitatibus & scabritie alvei, quod facilè probare possumus; nam si navigii cursus ita retardatur ab ejus scabritie, ut dum recenter est pice, & sevo illitum, acceleret notabiliter motum suum, quidni etiam scabrities, & inæqualitates canalium multum officiant, eò quòd aqua incurrendo in canalis asperiates multum retardetur. Ex quo fit ut cæteris paribus præferendi videantur breviores alvei.

Aliunde tamen si alveis aptentur rotæ, quò breviores erunt alvei & magis inclinati, seu quò ad perpendicularem magis accedent, eò aqua incurret in altiores rotarum alas, atque adeò eas attinget priusquam totum impetum acquisiverit, quem ex tali casu potest acquirere. Unde in his omnibus mediocritas quædam est observanda. Hi autem videntur esse aptissimi quorum inclinatio, seu angulus quem cum horizonte comprehendent erit 45 graduum aliqui præferunt angulum sexaginta graduum.

Potest item quæri, an melius sit ut aqua vi gravitatis suæ rotas moveat, an verò, vi impetus acquisiti. Explicatur. Ita componi possunt rotæ; ut è receptaculis, & quasi situlis sint compositæ, unde fit ut aqua in partes rotæ superiores incurrens situlas impleat, quæ ubi in inferiorem rotæ partem pervenerint, effluente aqua vacuantur. Unde unâ semper parte situlæ vacuæ sunt, aliâ vero semper plenæ. Hic modus ad gravitatem tantum pertinet, nullâ impetûs acquisiti ratione habitâ. Si verò rota nullatenus oneretur aqua, sed alæ sint tantum asserculi plani, non tam vi gravitatis, quam impetûs per descensum acquisiti rotæ movebuntur. Communiter ita res disponi potest, nempe si multa sit aqua, ut rotæ potiùs per impetum acquisitum quam per gravitatem moveantur: si verò ita exigua sit aqua, ut impetus qui acquireretur non videatur sufficere, tunc aqua in superiorem rotarum circumferentiam incidat, situlasque aut receptacula impleat. Sed in his omnibus vix invenire possumus aliquid in quo pedem figamus: potiusque experientiâ quam certis rationibus agendum est. Licèt enim specularivè loquendo videatur in idem recidere; vel rotas movere mediâ gravitate, vel ratione impetûs acquisiti, cum impetus acquisitus possit præcisè restituere grave in locum è quo decidit, ex variis tamen accidentibus evenire potest,

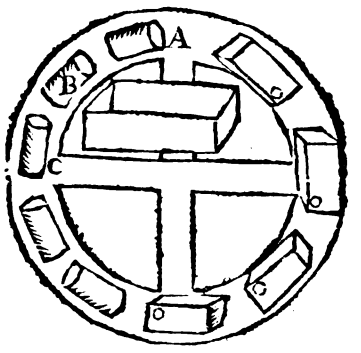
ut unus modus alteri præferendus sit. Atque hæc de machinis omnibus quæ aquam ut motus sui principium agnoscunt. Sequitur ut de machinis quæ etiam circa ipsam aquam versantur aliquid dicamus.

PROPOSITIO XXXVIII.

Problema.

Rota situlis instructa.

Hæc machina passim adhibetur in Provincia, & aquam attollit ferè ad altitudinem totius diametri. Potest autem vel situlis communibus instrui; quales sunt A,B,C &c. Vel quod com-



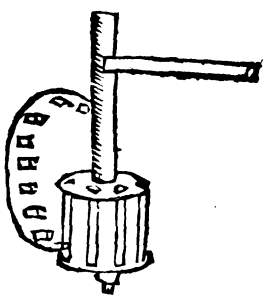
modiùs capsis quibusdam quadratis, unico tantum foramine perforatis. Id autem habent commodi capsæ parallelepipedæ, quod faciliùs rotæ aptentur, & quod tantam copiam aquæ non perdant, eò quòd aptiùs in iis foramen construatur. Possunt moveri vel vi aquæ decurrentis, ita ut cursus aquæ rotam convolvat & aquam attollat. Tales machinas multas vidi unicâ tantum rotâ constantes, nempe si rota duplex esset, & inter utramque radii qui alarum vices obirent, dum aqua in eas incurreret, rotam agitaret.

Alias vidi quibus movendis jumenta adhibebantur, cum autem difficilè sit ut jumenta motum verticalem efficiant, ideò mutandus est motus horizontalis in verticalem. Quod facilè obtinetur ope rotæ dentatæ verticalis, cujus denticuli sint horizontales, ut in figurâ satis apparet, sed ista sunt communia, & in molendinis adhiberi solita.

PROPOSITIO XXIX.

Problema.

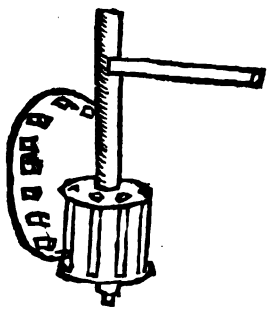
Catena situlis instructa.



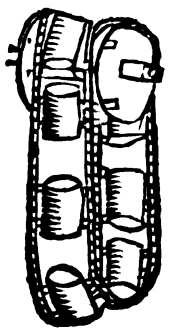
Accidit sæpè ad tantam altitudinem aquam

Digitized by Google

evehendam esse, ut nulla rota fieri possit, saltem sine maximis expensis, quæ ad aquam pertingat,



tunc adhibetur rota vacua, ut melius intra radiorum vacuitates, situlæ locum inveniant, quæ catenis, aut funibus invicem connectuntur. In aliquibus regionibus vidi funes ex vitium palmitibus contextos, & situlas ex corio compo-



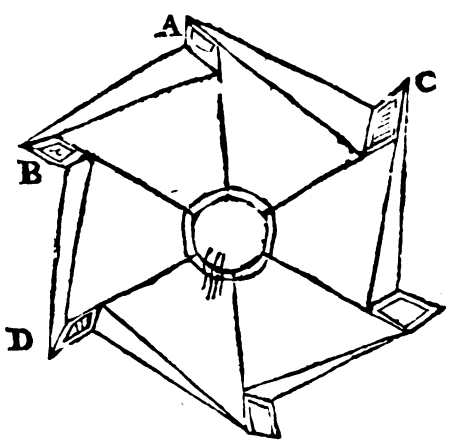
sitas ne facile diffringerentur. In omnibus machinis illæ semper præferendæ sunt quæ sunt simplicissimæ. Si animal adhibeatur debebit motus horizontalis in verticalem mutari. Poterit etiam fieri machina hujusmodi, cujus principium motûs sit ventus. In Hollandia ferunt communiter haberi tales ad exhauriendas paludes.

PROPOSITIO XL.

Problema.

Rota Bremensis.

Dicitur Bremæ esse machina satis simplex, unicaque constans rota, & fluminis cursu cir-



cumacta, quæ tantam aquæ copiam attollat, ut rivum satis copiosum in urbem immittat utpote quæ singulis circumvolutionibus 24 plaustra aquæ attollat; id est ferè quinquaginta dolia communia. Machina tota vacua est impleturque per foramina AB, CD, aquam effundit per axem, singula enim intervalla foramen habent axi respondens, ut figura satis ostendit; neque video in ea componenda ullam difficultatem. Debet aptari alteri rotæ alatæ, vel in eodem axe, si fluminis impetus videatur ad eam commovendam sufficere. Vel ita in diversis axibus, ut alterius rotæ plures requirantur circumvolutiones ut hæc semel rotetur. Sufficiat indicasse; nam reliqua ex principiis communibus facilè intelliguntur.

PROPOSITIO XLI.

Problema.

Rota helicibus instructa.

Ad attollendam aquam Rota helicibus instructa, aptissima est, quia in hujusmodi machinâ videtur aqua non trahi, neque ad ascensum



cogi, sed sensim quasi reptando obliquè superiorem locum affectare. Fiat igitur rota qualem figura exhibet cui spiræ seu helices aptentur, à circumferentia nempe ferè ad centrum, sint helices cavæ, ad continendam aquam tanquam canales, etiam si necessarium non sit eos undique clausos esse. Licet enim superiori parte omnino paterent, aqua tamen ascenderet, immo si globus spiritis imponeretur dum rota movetur, vi gravitatis suæ ascenderet. Cum habeat id mirabile hæc rota, quod grave descendendo ascendat. Debet hujus rotæ aliqua pars aquæ immergi, quia singulis circumvolutionibus, tantum per singulas spiras aquæ ascendet, quantum in parte immersa continetur.

PROPOSITIO XLII.

Problema.

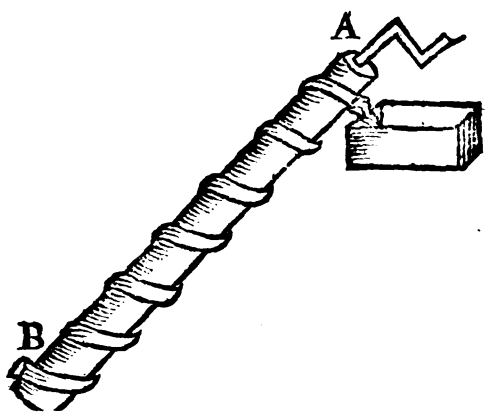
Helix circa cylindrum.

Hæc machina excogitata fuit ab Archimede ad exhauriendam celebris illius navigii ab Herone Rege constructi sentinam. Sit igitur cylindrus AB circa teretes cardines A & B volubilis, ad angulum circiter graduum 45 inclinatus, circa quem circumvoluatur tubus seu canalis, ad modum helicis compositus. Si

hujus

Digitized by Google

hujus machinæ pars infima, aquæ immergatur & volvatur contra aquam, aqua per helicem

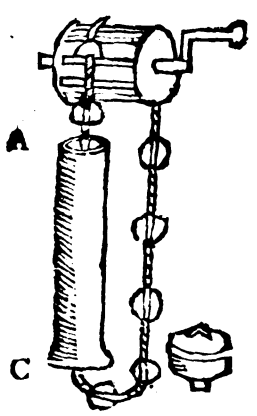


aſcendet, immo ſi fieret machina tanta, ut intra tubum homo conſiſtere poſſet; ſi deſcenderet per tubum interea dum in partes contrarias circumvolveretur machina, tandem ad machinæ ſuperiorem partem aſcenderet.

Hanc machinam non ita pridem ingeniosè compoſitam, ad conſtruendum pontem, & non procul à Geneva adhibuerunt artifices noſtri, quæ ingentem aquarum copiam nullo fere negotio, & ſumma facilitate exhauriebat. Quæ tanta facilitas nonnullis hanc mentem injecit motûs perpetui illius ope perficiendi, cujus ideam aliquam Pater Bettinus exhibuit. Exceptam enim in ſummitate machinæ aliquo receptaculo aquam, in rotam alis inſtructam, & cylindro aptatam immittit, quam ſufficientem exiſtimavit, ad eundem cylindrum circumvolvendum. Hæc autem & ſimilia artificia, quibus per hydraulicas machinas tentatus eſt motus perpetuus, peccant in principio. Quamvis enim hæc aqua in ſpiris incluſa faciliùs ſurſum feratur, utpote per plana, ut ita dicam inclinata, quàm ſi perpendiculariter aſcenderet; compenſat tamen in copia, id quod videtur deperdere in planorum inclinatione, ut in tubis communicantibus vidimus diverſimodè inclinatis. Quare impoſſibile eſt, ut aqua quam ſubminiſtrat machina, tantundem aquæ attollat, ſunt enim in æquilibrio, præter difficultatem, & reſiſtentiam ejuſdem machinæ. Quamobrem ex aqua motum perpetuum nunquam haurire poterimus.

PROPOSITIO XLIII.

Roſarium.



Hæc machina nomen ſuum ſumpſit ex figura: Ita autem componitur. Sit tubus ſimplex in aquam immerſus, ſitque paulò latior in inferiori extremitate, ferè ad modum infundibuli: inſeratur in eum tubum, aut funis, aut catenula ferrea infinita ut vocant, hoc eſt cujus duo extrema conjungantur, quæ ſit hæc catenula globis mollibus, nempe ex corio aut alia ſimili materia compactis diſtincta; meliùs tamen erit ſi hujuſmodi globi ſint tantùm dimidii, tecti circulo coriaceo ut figura ſatis exprimit. Circulus autem coriaceus debet cavitati tubi AC exactè reſpondere. Sit etiam addita rota ut magnâ velocitate trahi poſſit funis. Uſus facilè intelligitur, dum enim trahitur funis, globuli exactè cavitatem implentes interceptam aquam ſurſum attollunt.

In quo duo præcipuè notanda ſunt; primum eſt ſi funis adhibeatur, fore ut aquæ ſupernatet, unde neceſſarium erit, rotulam adhibere, quæ illam ita dirigat, ut non aberret à tubo. Secundum neceſſarium eſſe, ut velociter agitetur machina, ne ſcilicèt inter globulos, & tubi latera aqua præterfluat.

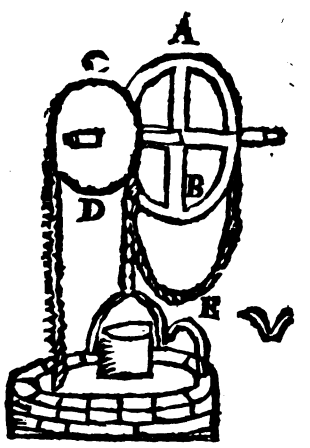
Variis modis conſtruitur hæc machina, nonnulli enim tubum quadratum habent, unde pro globulis quadrata lignea invicem connectunt, immò tubum ſeu canalem, non verticaliter, ſed in ſitu inclinato collocant. Eodem inſtrumento utuntur Hollandi, ut fœces ex portubus hauriant, nam aſſerculi in fœces illas incurrentes, per tubum impellunt & ad aſcenſum cogunt: debent eſſe in ſuperiore tubi parte foramina ut aqua præterlabatur.

PROPOSITIO XLIV.

Problema.

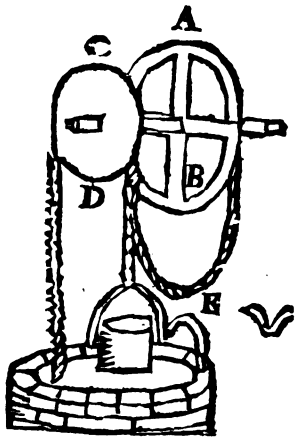
Varii modi ſitulis aquam aſtollendi.

Primò quidem occurrunt ſimplices cylindri, circa quos circumvolvitur funis quo ſitulæ dependent. Cylindrus, vel ſcitalis movetur, vel ſimplici manubrio quod figurâ non indiget, ut intelligatur. Poſſunt item adhiberi machinæ compoſitæ, ſi nempe potentia movens ſit debilis, & ſitula ingens, componi poſſunt duæ aut tres rotæ, ut augeatur motus potentiæ, vel minuatur motus ponderis ſecundùm principia communia machinarum. Vidi etiam alicubi rotam in qua moloſſus ambulabat, & ſitulam, è puteo aqua plenam attollebat. Quia tamen ſatis difficile videtur determina-

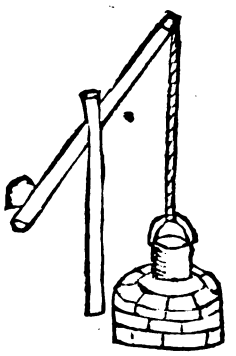


re machinam facilem, & commodam, referam hîc unam quam in praxi expetus ſum bene ſuccedere, AB, CD ſunt duæ rotæ in eodem axe, AB major,

CD minor. Circa rotam A B funis infinitus circumvolvebatur, qui etiam paulo amplior erat,



quam ut rotam ſtringeret; unde pendebat aliquantulum in puncto E. Circa rotam C D circumvolvebatur catena ferrea, & ne præterflueret, rota uncinis inſtructa erat; ſitulæ ex catena dependebant. Id etiam commodi habebat machina ut ſitulæ ſeipſis effunderentur in vicinum receptaculum: libratæ enim erant paulò ſupra medietatem, ita ut dum ſurſum traherentur ab uncino retinerentur per ſuperiora labra, ex quo fiebat ut inverterentur. Ne tamen hæc machina adhibeatur puteo nimis profundo, eò quòd catena tam longa, difficilius extraheretur quam ſitula. Ubi autem puteus non ſuperat pedes 12 aut 16, illi aptari poterit. Trochlea etiam eſt ſatis commoda, idque habet emolumenti, quod faciliùs & commodiùs poteſt homo ſuas vires applicare, quàm ſi ſimpliciter manibus ſitulam attolleret, deberet enim tunc niti genibus ne deorſum traheretur.



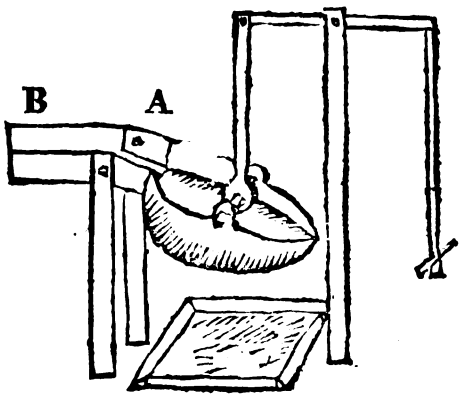
Neque etiam præterire poſſum machinam ſimplicem, & antiquam quæ ſuas etiam utilitates habet, cum enim facillimum ſit ſitulam vacuam in puteum demittere, difficile è puteo plenam educere. Hæc machina hujuſmodi difficultates adæquat, & partitur, nam pondus adjectum paulò majus eſt quàm ſitula vacua, & minùs quam plena. Unde juvandus eſt ſitulæ deſcenſus, qui impediretur oppoſito pondere; juvandus item ejuſdem aſcenſus, eò quòd ut dixi pondus appoſitum ſitulâ plenâ ſit debilius.

PROPOSITIO XLV.

Problema.

De Cochleari.

Hæc Machina ſolum ad 6 aut 7 pedes aquam commodè poteſt attollere, ubi autem altiùs eve-



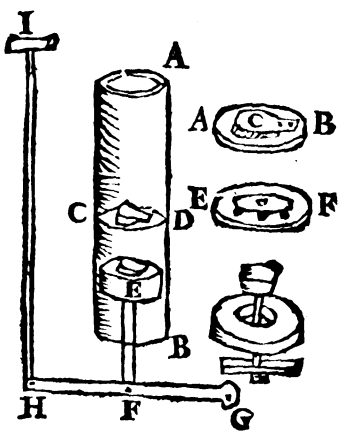
henda non eſt aqua, ſatis utilis eſt machina, multumque aquæ profundit. Componitur autem cochlear ſatis amplum; vel ex ære, vel ex ligno; parùm autem refert cujus ſit figuræ. Poſſet enim eſſe figuræ oblongæ tanquam parallelepipedum aliquod; tantum cavendum eſt ne dum in aquam demittitur ſupernatet, ſed facilè ſeipſo immergatur: dum igitur multum attollitur, aquam effundit in parte A, quæ excipitur canali AB.

PROPOSITIO XLVI.

Problema.

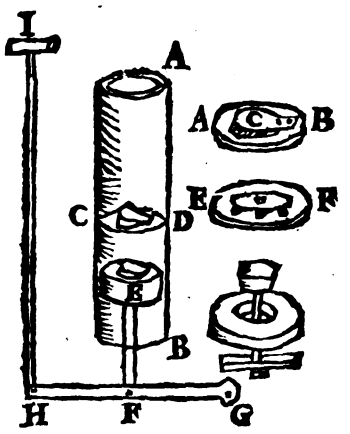
De Anthliis.

Quamvis omnis machina, & omne inſtrumentum ad hauriendam aquam idoneum, anthlia dici poſſit, nihilominus tamen uſus invaluit ut Cteſibiana machina, quam iſta propoſitione deſcribimus, hoc nomen ſibi vendicarit. Totum illius artificium conſiſtit in valvulis certâ ratione compoſitis ut dum ex unâ tantùm parte aperiuntur, aditum aquæ præbeant, exitum denegent, vel è contra. Communiter quadruplicis ſpeciei aſſignantur, anthliæ compreſſivæ, expulſivæ, attractivæ, & mixtæ. Primò autem deſcribendæ ſunt valvulæ, ſeu ut vocant aſſaria, in quibus ferè totum negotium poſitum eſt. Valvulæ iſtæ ſeu aſſatia, ex diverſa materia fieri poſſunt, ut ex corio. Sit enim AB fundum



Digitized by Google

fundum alicujus anthliæ, cujus foramen ſatis magnum operiatur corio C, quod introrſum qui-

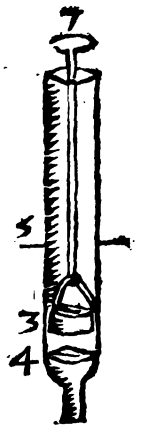


dem aperire poterit, ſi verò comprimatur contra fundum, ſeu diaphragma AB, quò magis comprimetur, eò meliùs, & exactiùs foramen claudet; hujuſmodi valvulæ in anthliis minoris momenti adhiberi poſſunt.

Poſſunt item fieri ex corio, ſub quo ſint plurima foramina, eo corio tecta, aqua poterit ingredi, attollendo ſcilicèt hujuſmodi corium: ſi verò deorſum nitatur; comprimatque corium, eò meliùs claudet. Hic modus adhiberi poteſt embolis, cum valvulis, & aſſariis inſtruendi ſunt: cùm vero valvulæ, debent aptari in ima anthlia, aut in aliqua eius parte occultâ, in qua difficile ſit introſpicere, ſi quid fuerit alteratum, ex firmiori materiâ componi debent aſſaria, ut ex ære. Eorum foramen torno excavari, & tantiſper in conum deſinere debet; huic inſeritur pars coni, torno item elaborata, & ne vacillet debet habere quaſi caudicem, inſertum inferiori alicui tigillo ut attolli poſſit, & deprimi convexus conus; & in cavitatem rectâ incidere. Quibus explicatis facilè omnes anthliarum ſpecies explicabimus.

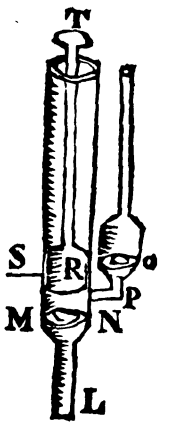
Anthlia expulſiva ita componitur. Sit tubus ſeu canalis AB, diaphragmate CD, ſuo aſſario ſeu valvulâ inſtructo diviſus. Sit item embolus E F, ſuâ item valvulâ inſtructus, qui poſſit agitari, hoc eſt ſurſum attolli, & deorſum deprimi per regulam GH, quæ volvatur circa cardinem G, immergatur talis anthlia, uſque ad diaphragma CD, tum ex I agitetur embolus: dico fore ut aqua impellatur uſque ad A. Supponatur enim embolus, eſſe in puncto B infimo, & ſurſum impelli, quia nititur contra aquam, eius valvula claudetur, impelletque aquam contra valvulam CD; quæ aperietur, aditumque aquæ præbebit in cavitatem C A. Dum verò deprimetur embolus, aſſarium emboli aperietur, aſſarium autem CD, vi gravitatis aquæ, immo ſi velis vi ſuperincumbentis aëris claudetur, exitumque aquæ denegabit, ex quo fiet, ut embolum ſequi non poſſit. Atque ita rurſus alia, atque alia aqua in cavitatem CA introducetur. Hoc genus anthliarum optimum eſt, & ad omnem altitudinem aquam evehit. Id tamen habet incommodi, quod regula HG, cum embolo E F, ſint aquæ immerſa, ex quo fit, ut ſi quid fuerit vitiatum, aut corruptum, non ita facilè reficiatur.

Aliter conſtrui poteſt hæc expulſivarum anthliarum ſpecies, ſit enim canalis 5, 4, cum ſuo diaphragmate 4, valvulâ inſtructo. Sit autem embolus perforatus 3, cum ſuo aſſario ſeu valvula, immergatur autem tota anthlia, uſque ad lineam 5. Dum demittetur embolus, aperietur eius valvula, viamque faciet aquæ, & claudetur valvula 4,



dum verò attolletur embolus, eius aſſarium claudetur; eò quòd contra aquam nitatur: ſequetur autem aqua inferior vi gravitatis aquæ circumſtantis, unde aperietur valvula 4, atque ita continuò ſequetur aqua; longitudo tantum manubrii 37, videtur incommoda.

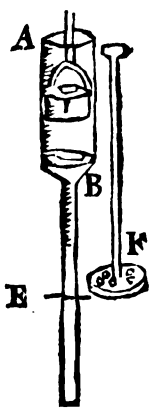
Secunda anthliarum ſpecies erit compreſſivarum. Sit pariter tubus ſeu canalis TL, diaphragmate MN diſtinctus. Cui diaphragmati aptetur vulvula, conſueto more conſtructa: paulò ſupra diaphragma MN, incipiat alius tubus N P, cui pariter aptetur valvula O. Habeat pariter embolum R, ſolido cylindro R conſtantem, hoc eſt non perforato, qui ſtupâ veſtiatur vel corio, ut meliùs canali KL conveniat. Uſus machinæ talis erit, immergatur anthlia uſque ad lineam S: dum embolus demiſſus aquam S N comprimet, quæ claudet valvulam M N, & per tubum MPO delata, valvulam O aperiet, dum retrahetur ſurſum



embolus, aqua M L, vel gravitate propriâ, eò quòd in SN deficiat à libellâ, vel propter ambientem aërem, gravitate ſuâ incumbentem, aſcendet rurſus in S N, & pariter ab embolo compreſſa, aſcendet per canalem NPO, & ita deinceps. Hæc anthliarum ſpecies optima eſt, & ad quamcumque altitudinem aquam evehit; incommodi autem habet quod emboli manubrium T R, ſit ut plurimum nimis longum.

Tertia ſpecies eſt merè attractiva. Sit tubus amplior AB, in cujus fundo ſit valvula, ſit tubus vel æqualis, vel minor B E, ad aquam uſque pertingens; ſit item embolus F, perforatus cum ſuo aſſario. Debet embolus exactè quadrare cavitati tubi

ubi A B, poterit item embolus ita conſtrui, ut conſtet circulo ferreo, aut æreo perforato, cui



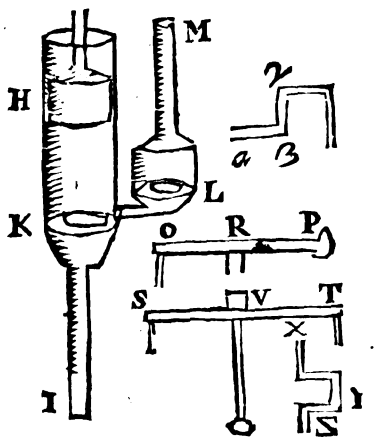
imponentur duo aut tres circuli ex corio craſſiore confecti, exactè cavitati tubi AB reſpondentes. Sufficiet ſi anthlia, ſolâ extremitate, aquam tangat.

Uſus talis erit. Dum attolletur embolus, aqua ſequetur, vel propter partium continuitatem ob metum vacui, vel propter incumbentis aëris gravitatem; dum autem demittetur embolus, claudetur aſſarium B, aperieturque aſſarium D, unde tranſpirabit aqua per embolum, atque ita deinceps ſemper ſequetur eodem fere modo, quo aqua aſcendit in ſyringe.

Unum tamen moneo ne longior fiat tubus BE, quam triginta tres pedes, alioquin non ſequetur aqua: rationem jam ſæpè aſſignavimus, quia nempe totus athmoſphæræ aër qui in terras gravitat, tantumdé pendit quantũ triginta tres pedes aquæ.

Quarta ſpecies erit anthliarum attractivarum, ſimul & compreſſivarum. Non differt autem à ſuperiori, niſi quod embolus in hac perforatus non ſit, ſed ſolidus; ſecundò quod debeat habere aliud aſſarium, in tubo ipſi annexo. Dum ergo per attractionem aqua delata fuerit in cavitatem H K, deorſum impulſus embolus, aquam comprimet, quæ aſſarium K deorſum impellet, & claudet; aſſarium autem L elevabit, unde per canalem LM aſcendet.

Varios movendarum anthliarum modos relinquo, ut ſi in puncto O, mobilis ſit regula OP, & in puncto R, annectatur emboli cauda.



Vel ſi tigillus S T mobilis ſit circa cardinem V, ſintque caudæ ſeu manubria embolorum in extremitatibus S T.

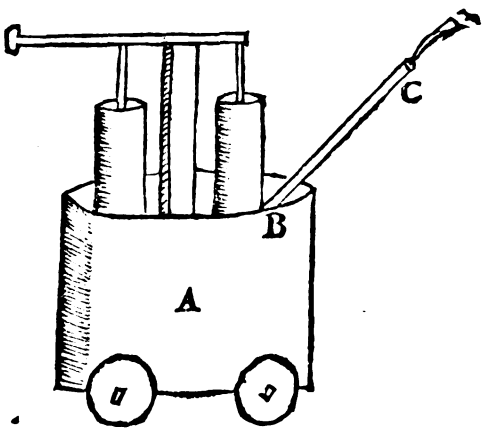
Vel ſi quis motum circularem habeat ut in XYZ, facilè illum in reciprocum deorſum & ſurſum commutabit. Multò facilius ſi motum circularem habeat ut in αβγ, poterit idem præſtare ope rotulæ, quæ mediâ tantum parte ſit denticulis inſtructa, ſi in medio duarum pariter dimidia tantum parte denticulatarum, ſit collocata.

Ad anthlias revocari poſſunt folles, ſive adhibeantur ad ventum producendum, ſive ut poſſint, ad aquam attollendam. Nam in omnibus follibus invenitur valvula inferior, quæ dum aperiuntur folles, ab aëre ſubintrante aperitur, dum verò comprimuntur, clauditur, & exitum per inferiora foramina denegat. Certum autem eſt, quod ſi inferioribus follium foraminibus, adjatur tubus, ad aquam uſque pertingens, eorum diductione attrahetur aquâ, & compreſſione ad quamcumque altitudinem evehetur. An verò facilè ſit folles conſtruere qui aquam contineant, ita ut humore non corrumpantur artificum judicio relinquo.

PROPOSITIO XLVII.

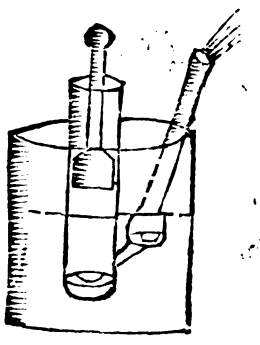
Problema.

De machinis ad reſtinguenda incendia.



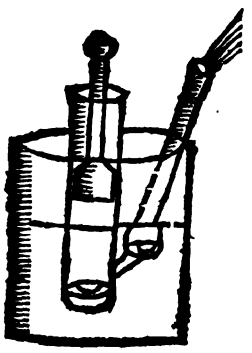
Hæc machina in multis Germaniæ urbibus communis eſt, experientiâque compertum eſt, non eſſe præſentius, & minus periculoſum remedium, cum ex loco inferiori aquas ejaculetur. Sit ergo vas quodcumque ligneum ſatis amplum, ut cupa A, cui ſubjiciantur rotulæ, ut facile moveri poſſit. in ea cupa duæ adhibeantur anthliæ compreſſivæ, quales ſuperius deſcripſimus, earumque canales in unum eundemque coëant inferiori parte flexibilem, ut detorqueri poſſit in omnem partem; poterit autem eſſe flexibilis, ſi circumligetur corium. anthliæ ita diſponantur, ut dum unius embolus attollitur, alter deprimatur, quod figura ſatis indicat.

Uſus autem talis eſt, trahitur machina ad locum incendio vicinum, & cupa impletur aqua, agitantur anthliarum emboli, tum aqua per canalem BC, expulſa, tanto defertur impetu, ut quæcumque domorum faſtigia poſſit ſuperare, debet aliquis tubum C B regere. Experti autem ſunt plus ſubſidii in incendiis dari ab una machina, quam à mille hominibus, & hoc ſine ullo periculo.



Utuntur item ſæpiſſimè, unica tantum anthliâ compreſſivâ

compreſſivâ factâ ad modum ſyringis lineæ, niſi quod duabus ſit inſtructa valvulis, ex corio tan-



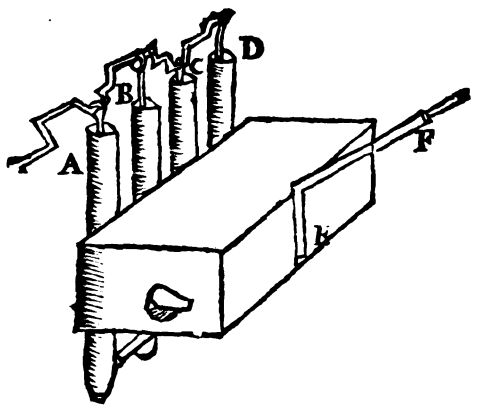
tùm compoſitis: ſimplices autem ſunt adeo, ut vix nummo argenteo væneant. Immerguntur autem intra ampliorem ſitulam, quare non defertur aqua, ſupra tectum cum vitæ periculo; ſed dum ardet aliqua domus, trecentæ ſæpe anthliæ hujuſmodi, tantam brevi tempore aquæ copiam attollunt, ut tota domus innatet aquis, & ferè obruatur.

PROPOSITIO XLVIII.

Problema.

Salientem anthliis efficere.

Sæpè in rebus ludicris indigemus ſaliente, hanc anthliis compreſſivis facilè habebimus.



Diſponantur tres, aut quatuor anthliæ compreſſivæ A B C D, quarum canales ſecundarii deſinant in arculam, in qua ſint valvulæ ſingulis anthliis reſpondentes, & earum ſecundariis tubis impoſitæ. Sit item canalis EF, qui ex parte inferiori arculæ, ad locum ſalienti deſtinatum pertineat.

Ad agitandos embolos adhibeatur axis diverſimodè inflexus, & in quatuor partes, dico ſalientem fore continuam. Quia dum una anthlia nondum deſiit comprimere, alia incipit, & ita deinceps. Ut meliùs tamen res ſuccedat, arcula fiat ſatis alta ut tam aquam quam aërem contineat, & tubus aquam ad ſalientem deferens, à fundo arculæ incipiat. Nam hoc facto etiamſi aliquandiu ſiſtatur anthliarum motus, aër tamen intra arculam compreſſus aliquandiu aquam expelleret. Unum tamen moneo, ut inferiori ſingularum anthliarum parte quâ immerguntur aquæ cribrum apponas, ut omnes ſordes arceat: nam ſi ſordes tubum deferentem obſtruant, tanta erit vis aquæ intra arcam compreſſæ, ut eam diffringat, ut expertus ſum in arcula ærea quæ vi aquæ compreſſæ, primo è cubicâ in ſphæricam mutata eſt, deinde difracta. Hæc machina optima eſſet, ad reſtinguenda incendia, quæ aquam ad turrium faſtigia eveheret.

Notandum item eſt quod in anthliis attractivis, tubi debeant ita exquiſitè claudi, ut aërem externum nullo modo admittant. Item aſſaria ſeu valvulæ debent eſſe fideliſſima, alioquin quoties uti volueris anthlia toties priùs aqua in anthliam infundenda erit, quod eſt tædij pleniſſimum.

PROPOSITIO XLIX.

Problema.

De Anthliis, follibus, ſerris cæteriſque quæ aquæ curſu agitantur.

Variæ ſunt excogitatæ machinæ, ad attollendam aquam, illæ autem meo judicio primum locum obtinent, quæ nullum aliud ſui motus principium agnoſcunt, niſi aquam ipſam. Ita in fluminibus rotas alatas diſponimus, quæ continuò volvantur, quo motu ſemel conſtituto facilè quemcumque alium motum habebimus. Nam ſi axis rotæ, in extremitate ſit inflexus, ita ut duplicem angulum rectum conſtituat, habebimus motum ſurſum & deorſum, unde ad anthlias agitandas nihil aliud requiri videtur, ita etiam ad folles movendos indigemus tantum motu alterno ſurſum, & deorſum ferente, non erit opus alio artificio. Idem dico de ſerris, ut ſurſum & deorſum ferantur; ut verò lignum ſerræ admoveatur, id fieri poterit ope helicis, ſeu cylindri, ſpiris inſtructi, qui dum in orbem ſenſim movebitur, lignum ſerræ admovebit.

Alia artificia quæ quidem requirunt motum ſurſum, alium autem nempe deorſum gravitati relinquunt. Ita ad attollendos ferreos malleos, in officinis ferrariis, cylindrum rotâ mobilem, clavis aſperamus; qui dum in mallei manubrium incurrunt illum demittunt, & malleus attollitur, qui deinde propriâ gravitate recidat. Eodem modo conſtructæ ſunt machinæ, ad chartam conficiendam, ad contundendam telam. Sic attolluntur piſtilla quibus contunditur ſal nitratum, ad pulverem pyrium. Alia innumera fieri poſſunt artificia, cum difficile non ſit unum motum in alium commutare.

PROPOSITIO L.

Problema.

Variæ fontium ornamenta.

Primum ornamentum ſunt variæ hominum, aut animalium figuræ è quibus aqua erumpit, quod facillimum eſt, nec ullam continet difficultatem.

Secundum erit in variis ſalientium figuris, ut ſaliens caudam pavonis referat, quod facillimum erit ſi tubus hoc modo diſponatur, ut non tam tubus rotundus quam oblongus, ex duabus laminis ferè ſe tangentibus, fit aptatus.

Digitized by Google

Iridem habebis si aquâ in guttas stillante, oculum inter solem & fontem colloces, poteris autem aquam dividere in guttas si nempe depluat in tectum aliquod rotundum, è quo undique decidat. Vel si per foramen scabrum erumpat, haud dubiè in guttas abibit.

Sustinetur globus in aëre pendulus, si saliens ita sit verticalis, ut non in unam potiùs quàm, in aliam partem deflectat. Debet tamen circa foramen è quo erumpit, disponi infundibulum, ut si quando accidat globum decidere, rursus salienti imponatur.

Saliens non tantùm in ascensu oculis grata erit, sed etiam in descensu, ut si in tectum aliquod impingat, è quo per flexuosum canalem ad modum helicis redeat.

Quò plures sunt salientes, eò earum gratior est aspectus, ita aquam erumpentem in varia receptacula excipimus, & ex una saliente, plurimas efficimus.

Aqua ex superiori loco præcipitans, & extensa ad modum lintei, gratissima est aspectui, plurimam autem esse oportet, quæ erit jucundior si idemtidem repetatur casus, seu præcipitium.

Innumera alia ludicra excogitari possunt in aqua, nempe aqua è tubis latentibus, quasi ex insidiis, laxato epistomio, exiliens spectatores perfundat. Possunt ita tubi disponi, ut nullus detur effugii locus; unde ita specula disponunt ut qui voluerit, in iis suam imaginem videre irrigetur. Ita satyros in gradibus collocant, ut si quis pedem in eodem gradu figat, subitò laxetur epistomium, videanturque satyri aquam expuisse. Aut catapultam aquâ plenam, etiam cum aliquo strepitu explodere.

In aliquibus fontibus componitur arcuata porticus ex salientibus, ita ut sub illis quasi sub fornice liceat ambulare. In aliis è mensæ medio, & quasi è salaria conchula, plures erumpunt salientes, quæ invitatos transiliant.

Audivi etiam in Italia, aliquos fontes, non tantùm pluviam imitari quod facillimum est, sed etiam grandinem, & nivem effundere, vix tamen crediderim nivem, aut grandinem posse tam cito generari; sed tantùm coacervatam effundi.

TRACTA

TRACTATUS XIX.

ARS NAVIGANDI.

MIRVM non eſt quod Ars navigandi tanti ſemper apud omnes fuerit, quod tam impensè his præſertim temporibus excolatur, propoſitiſque etiam præmiis ad ſummum apicem provehatur. Nam ſi commercium diſſitas nationes quæſtuoſo fœdere devincit, & ex multis unum, ut ita dicam, populum efficit; ſi ſteriles, & arentes plagas importatis aliunde opibus beat; ſi denique ſtatus quoſcumque vel minimos ad invidiam, & terrorem uſque evehit, nonne id totum arti navigandi acceptum refert, quæ ope pixidis nauticæ æque certum iter tenere docet, ac ſi nota nobis littora legeremus.

Nonne providentiæ divinæ munus fuit, quæ cum barbaras, totoque orbe diſſitas nationes Evangelicâ luce perfundere voluit, fidum in magnete navigationum ducem, & cynoſuram exhibuit.

Neque verò nautas tantùm, & naucleros ſpectat hæc ſcientia, ſed ſummos etiam duces, qui claſſibus præficiuntur, quorum alioquin vita, & honor unius hominis imperitiæ ſæpè permittitur.

Cum autem ad ſydera recurrendum ſit, dum in alto mari navigamus, cœlumque ſit obſervandum, dum terram non videmus, praxes Aſtronomicas uſurpare cogimur, quas ſola praxis, & experientia docere non poteſt. Errores pudendi nauclerorum Mediterranei maris, naufragiaque frequentia evidentiſſimè demonſtrant ſatis non eſſe nauclero, ut mappæ notam inurere ſciat, littoraque agnoſcere, ſed expetendum eſſe, ut ea lex quæ nullum nauclerum ſine examine ad id muneris admittit, univerſalis foret, & æque in Mediterraneo mari, ac in Oceano vigeret.

Brevibus admodum finibus coërcetur hæc ſcientia, quatuorque principiis facilibus nititur. Primum erit Rumbus, ſeu plaga, quam pixis nautica correcta tamen exhibet. Secundum erit itineris æſtimatio. Tertium latitudinis obſervatio. Quartum denique loxodromia ſeu linea quam decurrit navis. Vt autem methodicè procedamus, hunc tractatum in ſeptem libros divido.

In primo libro à definitionibus, ſeu vocum communiter uſurpatarum explicatione incipiam, tum de variis navium ſpeciebus diſſeram, de ſingulis earum partibus, & proportionibus, hoc eſt breviſſimam Architecturam Navalem tradam. Tum ad quæſtiones generales gradum faciam, primoque de velificatione, & data occaſione de ventorum natura, & generatione agam, tum de remigatione, gubernaculo, anchora, de onere navibus imponendo, denique de navigatione fluviatili.

In ſecundo libro nonnulla principia Aſtronomica naucleris neceſſaria propono, doceoque modum obſervandæ altitudinis ſyderum; uſuſque inſtrumentorum communium, aliorumque plurimorum aperio.

In tertio ago de Pixide nautica, hoc eſt compoſitionem eius, uſuſque omnes, varioſque modos corrigendæ declinationis doceo.

In quarto loxodromiarum doctrinam trado, hoc eſt illius lineæ, quam ductu ejuſdem rumbi pixidis nauticæ decurrit navis. Earumdem loxodromiarum tabulas, & uſus, adjiciam.

In quinto mapparum hydrographicarum compoſitionem, uſus & correctiones explicabo.

In ſexto æſtimandi itineris rationem tradam, variaſque correctiones ab obſervatione latitudinis dependentes, ſolemne item longitudinis inveniendæ problema proponam.

Septimus continet varias praxes nautis perutiles, ut diarii digerendi, Ichnographicum portus, aut littoris typum exprimendi, hiſtoriam, totamque æſtus maris doctrinam, methodos ad determinandum in ſingulis portubus horam affluxus. De ventis item periodicis, de Euripis, & æſtuariis, de ſignis futuræ tempeſtatis diſſeram.

Eo lubentius hunc tractatum aggredior, quod paucos habeamus qui bene & dilucidè de hac materia egerint. Experientia item petita ab aliquibus navigationibus poterit aliquid lucis huic operi afferre.

Nullus inter antiquos authores de re nautica ſcripſit, cum vera ſcientiæ navigandi ab

Digitized by Google

eo tantum tempore initium ducamus quo virtus Magnetis directiva ad Septentrionem & Auſtrum detecta eſt, nempe ſub finem duodecimi ſæculi. Quamvis autem Ioannes Gira Amalphitanus in regno Neapolitano, hoc inventum ad praxin melius revocans, pixidem Nauticam circa annum milleſimum trecenteſimum compoſuerit, celebres tamen illæ navigationes ſequenti tantum ſæculo factæ ſunt. Nam anno 1492 *Chriſtophorus Colombus Genuenſis primus Americam detexit, ſic dictam ab Americo Veſpuſio Florentino, qui Colombi veſtigiis inſiſtens, in Americam navigavit, & anno* 1519 *Ferdinandus Magellanes fretum invenit, quo in Pacificum Oceanum navigavit, totumque terrarum orbem circuivit.*

Anno 1530 *Petrus Nonius celebris Mathematicus Luſitanus, occaſione aliquarum difficultatum à Martino-Alphonſo Soſa nauclero propoſitorum, tractatum de navigatione edidit. In primo libro propoſitas difficultates explicat, & naturam linearum loxodromicarum. In ſecundo inſtrumenta nonnulla proponit quibus latitudo regionis obſervetur. Obſcurus eſt hic author.*

Anno 1560 *Petrus Medina Hiſpanus, ſuo idiomate, de arte navigandi ſcripſit, illius librum Nicolaus Nicolai Delphinas Geographus Regius Gallicum fecit. Continet octo libros hic tractatus. Primus, nonnulla explicat principia. Secundus, agit de æſtuariis, ſeu Euripis, & de prognoſticis tempeſtatum. Tertius, de ventis, & rumbis: videtur autem lineas rumborum ignoraſſe. Quartus, de ſyderum elevatione egit, tabulamque declinationum proponit. Quintus, De elevatione poli per ſtellas circumpolares. Sextus, de Magnetis declinatione, quam tamen non corrigit. Septimus, de Luna, & æſtu maris. Octavus, de Kalendario. Hic tractatus ſuo tempore fuit alicujus nominis, nihil tamen continet, quod modo commune non ſit.*

Anno 1598 *Iacobus Severtius edidit opuſculum de orbe maritimo, in quo multa ſunt utilia.*

Eodem ferè tempore Ioannes Garcia opuſculum edidit pro Naucleris, in quo erat tabula declinationum ſolis in 4 *annos, praxis ad obſervandam elevationem per ſtellas circumpolares, & deſcriptio Oræ Hiſpanicæ.*

Anno 1606 *Andreas Garcia Ceſpedes librum edidit cum titulo* Regimento de Navegacion. *In prima parte tradit principia, tabulam declinationum ſolis in* 4 *annos, uſus Aſtrolabii, Crucis Geometricæ, pixidis nauticæ &c. Secunda pars hydrographica. Videtur ignoraſſe lineas loxodromicas.*

Anno 1618 *Simon Stevinus Mathematicus Principis Auriaci, in quarto libro ſuorum Commentariorum agit de navigatione circulari, & loxodromica. In quinto de Magnetis declinatione. In ſexto praxes tradit circa æſtum maris. Hoc opus imperfectum eſt, & materias tantum delibat.*

Anno 1600 *Guillelmus Gilbert Medicus Londinenſis de Magnete primus philoſophicè diſſeruit.*

Anno 1620 *Villebrordus Snellius ſuum Typhin Batavum latinè edidit, in quo ſcientificè naturam linearam loxodromicarum explicat, cum methodo componendarum tabularum. Poterat hæc materia clarius explicari.*

In Curſu Conimbricenſi typis impreſſo anno 1625 *nonnulla habentur de Magnete.*

Anno 1629 *Pater Nicolaus Cabeus de Magnete philoſophicè egit.*

Anno 1630 *Adrianus Metius in quinto libro ſui Primi mobilis methodum tradit navigandi ſphæricè. Primuſque proponit tabulas Loxodromicas.*

Anno 1633 *Ioannes Taſſin Geographus Regius tabulas hydrographicas Mediterranei maris & Oceani compoſuit.*

Anno 1640 *Pater Georgius Fournier Societatis* IESU *ſuam Hydrographiam edidit, in qua etiam agit de arte navigandi, non tamen ſatis exactè, multa habet Hiſtorica.*

Anno 1643 *Bartolomæus Morizot latinè ſuum Orbem maritimum edidit. Tractatus hiſtoricus eſt, habetque quæcumque illuſtria in mari geſta ſunt.*

Anno 1641 *P. Ioannes Grandamy Societatis* IESU *novam demonſtrationem immobilitatis terræ edidit, novamque methodum inveniendæ lineæ meridianæ magneticæ nulli declinationi obnoxiæ.*

Anno 1649 *P. Nicolaus Zuchi Parmenſis Societatis* IESU *philoſophicè de Magnete egit, ſolamque affert cauſam finalem.*

Anno 1654 *Pater Kirker tractatum edidit de praxibus magneticis.*

Anno 1660 *Bernardus Varenius ſub finem ſuæ Geographiæ univerſalis parvum habet tractatum de loxodromiis, ſed nimis brevem.*

Anno 1661 *P. Ioannes Ricciolius Ferrarienſis Societatis* IESU, *ſuam Geographiam edidit, in cujus nono libro agit de navigatione tam circulari quam loxodromica, & de mappis hydrographicis navigationi præcipuè circulari accommodatis.*

Anno 1661 *P. Gaſpar Schottus Societatis* IESU, *in ſuo Curſu mathematico agit de navigatione ſine ullis demonſtrationibus.*

Anno 1666 *Dominus Denis Hydrographus, & Profeſſor Regius Diepæ Tractatum edidit de Acu magnetica, in quo quinque tradit methodos declinationis inveniendæ.*

Anno

Digitized by Google

Anno 1668 *Pater Vincentius Leotaud Societatis* IESU, *magneticas directiones physico-mathematicè explicuit.*

Anno 1668 *Dominus Denis Methodum tradit ſolvendorum problematum nauticorum per Sinus. Eius tamen praxis in longioribus navigationibus nonnihil deficit.*

In hoc opere mappas hydrographicas reductas malè arguit, utpote à Snellio geometricè demonſtratas.

Anno 1669 *idem author tractatum edidit de declinatione ſolis, ad latitudinem regionis obſervandam.*

Anno item 1673 *Artem navigandi edidit.*

Sequentes item de navigatione egerunt.

Rodericus Zamoranus.

Petrus Appianus.

Bartolomeus Creſcentius de Nautica Mediterranea.

Auguſtinus Caſareus.

Robert Dudle de Arcanis maris, eius tamen praxes principiis chymericis nituntur.

Ioannes Colomb, Le flambeau de la mer.

Petrus Herigone in ſuo curſu, ſed breviter.

Ioannes Ianſon in introductione ad orbem maritimum.

P. Merſenne in ſua Iſtiodromia.

Lazarus Baytius de re Navali, hiſtoricè.

DE NAVIGATIONE

LIBER PRIMVS.

Notiones univerſales.

DEFINITIO PRIMA.

Navis eſt ædificium quoddam ligneum, aut ex arborum corticibus, aut quâcumque materia levi conſtructum, intus cavum, ad iter ſuper aquas faciendum, accommodatum.

Hac definitione excludo rates, quæ ex pluribus lignis, in ſuperficiem planam extenſis, & colligatis conſtant.

Navigiorum ſpecies, aut ex magnitudine, aut ex figura, aut ex modo navigandi diſtingui poſſunt. Hæc ultima ratio magis eſſentialis eſt, majoremque differentiam invehit. Modus navigandi remis, aut velis peragitur. Quare duæ ſpecies diſtinguentur; nempe navium quæ ſolis velis aguntur, & earum quæ vela & remos adhibent.

Primæ latera altiora, ſecundæ humiliora utpote remigationi accommodata habent.

Remis aguntur illæ omnes, quæ ſub biremium, & triremium nomenclatura comprehendimus, ſeu potius Galearum nomine nuncupamus.

Galeaſſæ maximæ ſunt in quibus remiges intus latent, habentque circiter 20 tormenta bellica: & puppin multorum ſclopetariorum capacem.

Sequuntur Mahonæ, ſic dictæ apud Turcas, multo tamen Galeaſſis inferiores.

Exinde ſunt Triremes communes, viginti quinque, aut triginta remis utrinque inſtructæ, in ſingulis remis quatuor, quinque, & nonnunquam ſex Remiges. Tormentum bellicum inſignioris notæ unum habent, mediocris duo, & duo inferioris.

Galiotæ 16 aut 20 remis utrinque inſtruuntur; ut plurimum unicum malum habent, ſaltem Turcicæ.

Armatomenon, quod ſub nomine Brigantini nuncupamus, 10 aut 12 utrinque remis, & uno per ſingulos remige agitur.

Datur & alia ſpecies minor, ſub nomine Fregatæ, paucioribus remis inſtructa, in Oceano tamen ſub hoc nomine intelligimus Mioparonem mediocrem.

Felouca 6 remis agitur, nullumque habet tabulatum.

Piſcatoriam navim nomine Tattanæ intelligimus, cujus nec prora nec puppis aſſurgit; remis item agitur.

Dantur & lembi minores, & actuaria ſub nomine *Eſquifs*, *Caic*, aliiſque hujuſmodi nominibus nuncupata.

Poteſt eſſe difficultas hiſtorica, circa figuram, & ordinem triremium antiquarum, & circa differentiam quæ inter *uniremem*, *biremem*, *& triremem* intercedebat. Nonnulli opinati ſunt uniremem uno, biremem duobus, triremem tribus tantum remis inſtructam fuiſſe, quæ opinio ſubſiſtere non poteſt, cum de bellicis navibus agatur, quæ ita comparatæ, inutiles utpote tardiſſimæ evaſiſſent. Alii voluerunt intelligi de pluribus remorum ordinibus; quod impoſſibile ſi de ordinibus ſibi invicem ſubjectis, & per tabulata diſtinctis intelligatur, cum remus ſupra aquæ ſuperficiem multum attolli non poſſit, propterea que in mioparonibus non uſurpetur, ut facilè concedent quicumque navigarunt.

Poſſet quidem aſſeri, cum puppis & prora antiquarum navium, altior eſſet mediis partibus, remos etiam aliis longiores exigebat, atque adeo

Digitized by Google

plurimos remorum ordines admittebat, vel cum in ſingulis remis unicum tantum remigem adhiberent, alternatim longioribus, & brevioribus remis navim inſtruebant, ita ut plures eorum ordines diſtinguerentur. Cum tamen experientia docuiſſet ſatius eſſe remos ferè æquales habere, & in ſingulis plures remiges adhibere, hæc vox uniremis intelligetur de uno remige in ſingulos remos; atque ita habebimus hanc ſpeciem quam vocamus *Brigantin*, biremis duos remiges in ſingulis remis admittet, triremis tres, atque ita deinceps, ita ut Galeræ noſtræ plerumque ſint quinquiremes. Hæc explicatio conformis eſt praxi, unum tamen moneo has voces à diverſis authoribus varie ſumi, nec ſi in uno una explicatio ſuccedat, alteri continuo erit applicanda. Secundò ut locus alicujus authoris etiam antiqui, ſit apud me alicujus momenti, debeo certus eſſe, quod ipſe viderit antiquas triremes, eaſque ex ſuo ſenſu, & aliorum relatione non deſcribat.

Ad hanc ſpeciem revocantur Ruſſorum Monoxila; utuntur enim longioribus naviculis unica arbore excavata conſtantibus, vela autem quibus iſtæ omnes ſpecies utuntur ſunt vela latina, ſeu triangularia.

Secunda navigiorum ſpecies ſolis velis agitur. Horum innumeræ ſunt ſpecies, à figura propria, & magnitudine petitæ.

Majotes naves bellicæ, præcipuæ Mioparones, ſeu Galiones vocantur, modò tamen earum magnitudo quadringenta dolia adæquet, minores apud nonnullos *Pataches*, apud Anglos Rambergues dicuntur.

Fiſtulæ trecenta dolia non excedunt, puppique omninò in orbem inflexa conſtant.

Caravelles 4 velis latinis inſtruuntur.

Saiques ſunt naves Turcicæ vehendis mercibus idoneæ.

Caramouſſalia ſunt etiam naves Turcicæ quarum puppis valde alta, in duo quaſi cornua deflectit.

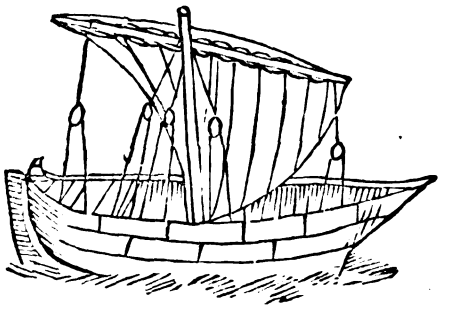
Arcus Burdegalenſes, ſunt piſcatoriæ naviculæ, quarum prora valde acuminata. *Eſguille de Bourdeaux.*

Cæteras ſpecies & nomina recenſere ſupervacaneum foret; cum receptæ non ſint eædem ubique gentium appellationes.

Communis eſt diſtinctio apud Maſſilienſes, Mioparonum, Barcarum, & Polacrarum. *Les Vaiſſeaux, Barques, & Polacres.*

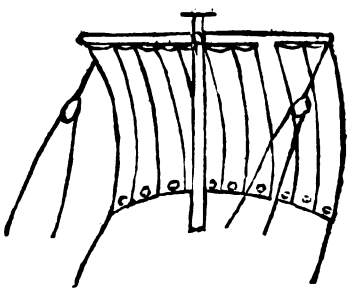
Quæ diſtinctio videtur eſſe aliquo modo eſſentialis, utpote ex diverſitate velorum petita. Tres enim ut plurimum diſtinguuntur velorum ſpecies; nempe latinorum ſeu triangularium, quadratorum & lateralium, quæ alicubi dicuntur. *Saccoleva.*

Vela latina ſeu triangularia, ſic dicta puto,



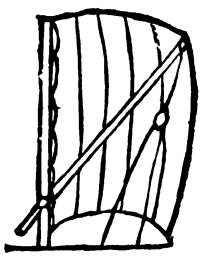
quod latini iis uterentur, antennæ longiori, & transverſim diſpoſitæ annectuntur. Id habent peculiare, quod pauciſſimis funibus egeant, in omnem ventum facilè obvolvantur, ſed naves multum inclinant, ideoque in tempeſtatibus ſunt periculoſa: nunquam duo vela latina ſeu triangularia eidem malo appenduntur, hoc eſt vela latina aliis latinis non ſuperimponuntur.

Secunda ſpecies eſt velorum quadratorum, quæ ex antennis communiter horizontalibus dependent. Hæc videntur maximè connaturalia.



Tertia ſpecis paulò oblongiorem habet figuram, & malo immediatè ſecundum eius longitudinem annectitur, contineturque haſtâ diagonaliter diſpoſita', minoribuſque tantum lembis adhibetur.

Ex prioribus velorum ſpeciebus exurgit triplex illa navigiorum ſpecies, quarum infima duobus aut tribus malis inſtructa, vela tantum lati-



na admittit. Horum præcipuum, ſeu magiſteriale, *la Maiſtre* medium locum obtinet. In prora aliud ſimile ſed multò minus habet, dictum *Trinquet*; tertium in puppi Artimon ſeu *de Mizaine.*

Hæc ſpecies navigii dicitur Barca. Triremis duo hujuſmodi velis agitur.

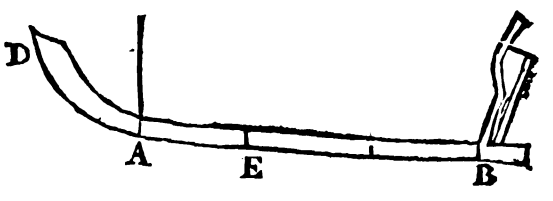
Secunda ſpecies quatuor habet malos, velis quadratis inſtructos, cum adſcititiis, ſeu inſitis malis, hæc mioparonem conſtituit, *un Vaiſſeau.*

Media ſpecies intermedia eſt, habetque malum præcipuum velis quadratis inſtructum, carcheſio ornatum, malum tamen anteriorem velo triangulari inſtruit.

DEFINITIO II.

Partes Navigii complectens.

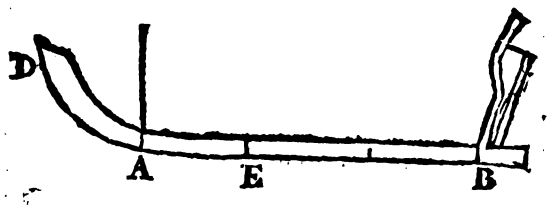
1. Spina (*la quille*) eſt tignum aliquod ob-



longum à puppi ad proram in ima navigii parte protenſum, cui coſtæ innituntur, ſpinæ dorſi vices

Digitized by Google

ces gerens, latitudo eſt ſemipedalis, in nonnullis pedalis, longitudo varia, nempe 100 pedum: talis



eſt AB: fluviatiles cimbæ utpote latiores & planæ ſpina carent.

Rota Proræ. (*Eſtable où Eſtableure*) Italicè *Rota di Proda.*

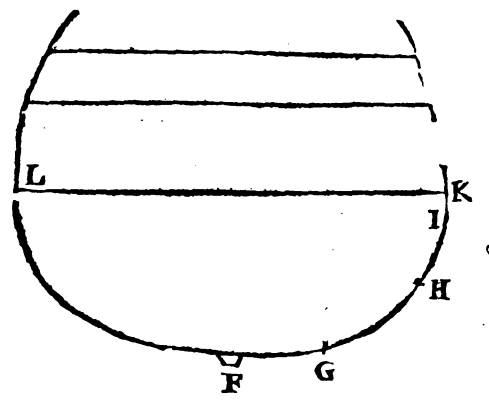
Provincialiter *Capion de proüe*, eſt ſegmentum circuli, extremæ ſpinæ inſertum ut AD.

Rota puppis (*Eſtambor*) *Capion de Pouppe*, ad angulum obtuſum ſpinæ aptatur ut BC.

Spinæ pars præcipua, dicitur *Bouchin*, nempe punctum E cui innituntur coſtæ principales, ſeu latiores.

Spina ſecundaria *Contrequille*, primæ imponitur, coſtaſque omnes coërcet, ne vacillent, dicitur item *Calingue.*

Navigii coſtæ ſatis ex ipſo nomine intelliguntur, cùm autem in majoribus navigiis, unico li-



gno non conſtent, in tres partes ut plurimum diſtinguuntur, quarum prima, quæ inter utramque ſpinam inſeritur ut F G dicitur *Madier ou Varangue.*

Secunda G H à flexura dicitur Genu *Genoüil*, *ou Stamenay*

Tertia dicetur Scalmus, *Scalme*, *où Alonge*; nempe H K, cum autem in actuariis huic parti annectatur remus: in iis etiam id quod reſpectu remi rationem habet hypomoclii Scalmus dicitur, *Scalme.*

Coſtæ dicuntur pares, *Couples*, quod binæ hinc inde copulentur.

Trabes quibus tabulata incumbunt vocantur *Bau*, ut LK.

Tabulata *Tilliac*, quorum quod omnium latius eſt dicitur *Franc-tilliac*, habentque ſuas trabes, trabs longior, ſeu quæ maximam navigii latitudinem efficit, dicitur Architrabs ſeu *Maiſtre-Bau.*

Latitudo navigii non unam & eamdem in omnibus ad longitudinem rationem habet. In triremibus eſt tantùm ſeptima pars longitudinis. In Mioparonibus Architrabs ſeu *le Maiſtre-Bau*, quartam circiter ſpinæ partem ſibi vendicat.

Concavitas deſumitur ab Architrabe, ad ſpinam eſtque media pars Architrabis.

Latus navigii, ſumitur utrinque, *le Bord*, quæ vox ſæpè toti navigio tribuitur, ſic dicitur Gallicè *Perſonne n'eſt entré dans noſtre bord.*

Latus illud quod ſedenti in puppi dexterum eſt, dicitur *Tiembord*, ſiniſtrum *Bas bord.*

Ultima Zona, ſeu corona *Cheinte* quæ Scalmos conjungit dicitur *Vibord*, quæ ſupra hujuſmodi Zonam ſunt poſita, dicuntur opera mortua, & communiter ex pino conſtant, quæ infra dicuntur opera viva, & ex quercu conſtruuntur. *Oeuvres vives*, *Oeuvres mortes.*

Bombardarum feneſtellæ *Sabords.*

Carina, *Carene c'eſt le creux du Navire*, *le fond de Cale*, totum illud ſpatium quod primo tabulato ſubeſt: dicimus Gallicè *donner Carene* quoties in latus unum incumbit navigium, ut eius rimæ ſtupâ communiantur, *Calfater.* Dicitur item *le Navire eſt à cran*, hoc eſt inclinat ita in unum latus, ut ſpina ferè appareat.

Puppis eſt poſterior pars navigii, *la Pouppe*, *l'arriere du Vaiſſeau*, in cujus poſtrema parte eſt gubernaculum, *le Timon.*

Gubernaculi manubrium, dicitur *Orgeau.*

Puppis ut plurimum 4 habet tabulata, quibus diſtinguuntur primò in inferiori parte, panis Apotheca, *La ſouſte du biſcuit.*

Exinde ſanctæ Barbaræ cubiculum, *la ſainte Barbe*, ſeu eorum quorum munus eſt ænea tormenta explodere: in ea movetur gubernaculi manubrium, qui tamen ad clavum ſedet, in ſuperiori eſt tabulato, & per foramen ope unius perticæ, temonem in utrumque latus movet.

Sequitur Navarchi ſeu capitanei cubiculum, picturis, ut plurimùm ornatum, ad cujus duo latera, prominent duæ porticulæ.

Huic imponitur aliud cubiculum naucleri ſcilicet *du Pilotte*, ante quod, eſt area ſeu Theatrum quod vulgò dicitur *la Dunette*, & ſupta aliud quod dicitur *le Gaillard.*

Ante Navarchi cubiculum, ſita eſt cuſtodia, quam etiam habitaculum nominant, *la Geſole*, *le Bitacle* ſeu Armarium in quo pixis nautica, & ut plurimùm tres aut quatuor lampades. Arenaria, *les Ampoulettes*, cum campanula, ut nempe ſingulis ſemihoris detur ſignum.

In ſuprema puppis parte poſita eſt Pharus (*le Phanal*) & poſt ipſam vexillum.

In parte Poſtica puppis eſt ſpeculum, ſeu tutela, *le Miroir ou la Tutelle*, imago ſeu ſtatua illius cui dicata eſt navis.

Prora eſt anterior navigii pars: quæ humilior eſt puppi, nec in tot tabulata diſtinguitur. Altior tamen eſt reliquis navigii partibus, habetque Theatrum, *le Gaillard de proüe.*

Roſtrum *l'Eſperon de la proüe*, huic ut plurimum imponitur Hieroglyphicum aliquod ſæpe navigio nomen imponens, quamvis ut plurimùm à tutela nomen accipiat.

A primo puppis Theatro, ad proræ theatrum protenditur pons aliquis inſtructum ad latera, reti ex cordis compacto, *le Pont de corde*, cui ſubſunt milites, mouſquetis, & ſariſſis brevioribus Armati.

Sentina (*la Sentine*) locus infimus navis, ad quem ſcilicèt aqua confluit, dicitur etiam *Hoſſec*, exhauritur ſentina, ut plurimùm anthliis.

Aperturæ quibus ab uno tabulato ad aliud deſcenditur dicuntur *Iloires*, *Eſcoutes*, *Eſcoutilles*, tabulæ quibus clauduntur *Panneaux.*

Saburra, *l'Eſt*, *Saorre*, *Quintelage*, conſta autem

Digitized by Google

autem arena aut calculis, navigium ita ſiſtit, ut inclinari non poſſit.

Primum tabulatum ſeu ſuperius continuum non eſt, ſed clathris apertum, ut fumo ex tormentis bellicis, per lumen erumpente, exitus concedatur. Oculi bovis, ſunt duo foramina in prora per quæ erumpunt rudentes, *œil de Bœuf.*

DEFINITIO III.

De Malis.

Quatuor ſunt in Mioparonibus mali, quorum primus ad proram Thalaſſomachus proreta dicitur *Beaupré*, hic inclinatus, *il eſt couché ſur la Pouleine*, dicitur etiam *Maſt de Civadiere.*

Secundus dicitur malus Dolonis, à nonnullis dicetur myſeni. *Maſt de mizaine*, quamvis in multis locis hæc appellatio tribuatur ultimo in puppi, *la meſane*, dicitur communiter *Trinquet.*

Tertius eſt malus præcipuus, *le grand Maſt*, *le Maſt de Maiſtre*: hic nonnihil inclinatur ad partes poſticas.

Quartus eſt Artimon in puppi ſcilicèt, dicitur à nonnullis. *Meiane.*

Hi mali ſuis charcheſiis inſtruuntur, *Hune*, *Hune de Beaupré*, *Hune de Mizaine*, *Grande Hune*, *Hune d'Artimon.*

Dicitur item *Gabi*, eſtque ſpecula rotunda malo impoſita.

His malis alii adſcititii inſeruntur, primò ad proram inſeritur malus Pſitaci ut vocant, *Maſt de Perroquet de Beaupré.*

Malo Dolonis inſeritur malus charcheſii *Maſt de hune de Trinquet où de miſaine*, *où maſt de bourcet de Trinquet.*

Malo maximo inſeritur malus majoris charcheſii, *Maſt du grand Hunier*, vel *du grand Bourcet.*

Artimoni denique inſeritur malus pſitaci Artimonis, ſeu *Maſt de Perroquet d'Artimon ou de Meiane.*

Duo mali medii ſecundò inſtruuntur charcheſio; nempe, *Hune du grand Bourcet*, *Hune du bourcet de Trinquet.*

His inſeruntur alii duo mali, qui pſitaci dicuntur, *maſt du Perroquet de Maiſtre*, *maſt de Perroquet de Trinquet.*

Quare decem habentur mali & conſequenter decem Antennæ, quæ Gallicè dicuntur *Verghe.*

Antennæ idem nomen habent ac ipſi mali; nempe, *la grande verghe*, *la verghe de Trinquet*, & ex iis pendent carbaſa ejuſdem nominis.

Vela omnia in mioparone quadrata ſunt, excepto Artemone, cujus velum triangulare eſt, velum primi mali, ſeu inclinati, *du Beaupré* in extremitate duo habet foramina, ut ſi quando accidat ut mergatur, ſeu aquam tangat, per ea poſſit effluere.

Ultimo malo ſeu ſupremo annectitur vexillum, ſeu *le Pavillon*, præcipuum eſt in medio malo.

In exercitu, Admiralii navis, ſeu Regia, vexillum præcipuum habet in ſummitate præcipui mali. Vice-admiralius in ſummitate mali Dolonis ſeu Trinqueti, contra Admiralius in ſummitate mali Artemonis.

Præter hæc decem vela, dantur & aſcititia, nonnunquam augentur vela, per partem inferiorem, quæ additamenta dicuntur *Bonnette.*

Vel per latera, dicunturque cultelli, *des couſteaux ou voiles à eſtuy*, foramina quibus hæc additamenta præcipuis velis annectuntur, vocantur oculi picarum, *Oeil de pie* & funes quibus vinciuntur, *les Rabans.*

Altitudo veli dicitur *Gindant*, latitudo ex numero telarum noſcitur, *par les Lais.*

Velum præcipuum dicitur *le grand Pacfy.*

Quia vela ſuperiora antennis etiam inferioribus per extremitates annectuntur, ideo eâ parte latiora ſunt, ſuperiori parte ſtrictiora.

Quia ſæpè ligna ſatis ampla non inveniuntur, quæ uni malo ſufficiant, ex pluribus conſtruuntur, hæc ligna vocantur *Gemelles Gaburons*, *Coſtons*, & mali ita fabrefacti *Gemellez*, *Gaburonez*, *Surliez.*

Antennæ malis annectuntur, poſſuntque attolli, & demitti: attollere dicitur *hiſſer*; demittere, *ameiner*, *Carquer*, id eſt expandere. Vela ſub antenna complicata dicuntur *Ferleés.*

Barrots ſunt tigna quibus ſuſtentantur carcheſia. *Teſte de more* ligna quibus inſeruntur mali ſuperiores.

DEFINITIO IV.

De funibus.

Funium infinitus videtur eſſe numerus, ſi tamen in claſſes ſuas, & officia diſtribuantur, non uſque adeo magnus.

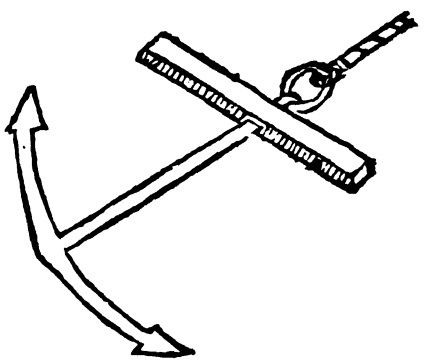
Primus funium ordo, continendæ in ſtatione, & contra ingruentem ventorum impetum firmandæ navi deputatur.

Suntque rudentes, ſeu cameli, *les Cables goumenes*, debentque ad minimum haberi quatuor.

Minores rudentes dicuntur *Guerlin*, variiſque uſibus ſunt accommodati.

Principalis anchora, quæ & ſacra dicebatur, in caſibus tantum extraordinariis adhibetur, ut dum eſt periculum ne in ſyrtes, aut littus incidat.

Secunda communiter in ſtatione navim detinet. Tertia ad latera ponitur, ad impediendum ne navis anchoram trahat, *Elle ſert pour enfourcher un navire de peur qu'il ne chaſſe ſur ſon Ancre.*



Quarta anchora minor dicitur lutoſa, *Touëux*, *ou bovëux*, eſtque uſui ad extrahendam navim ex portu, ope axis in peritrochio, *elle ſert pour haller un navire, & le tirer hors du port avec le cabeſtan.* minor hic funis nauticus dicitur *Anciere.*

Partes anchoræ ſunt annulus, virga, brachia, unci, & axis ligneus, *l'anneau*, *la verghe*, *les bras*, *les pattes*, *& l'eſſieu de bois ou le tas.* Annulus minutioribus cordis implicatur, ne ferrum rudentem arrodat. huiuſmodi chordæ dicuntur *Bodineure.*

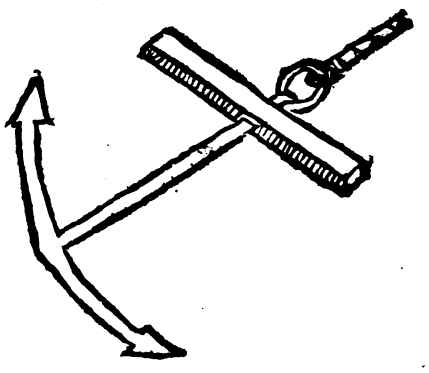
Rudentem annulo inſerere, & aptare dicitur, *Talinguer le cable.*

Anchora in navi alligatur ligno cui nomen *Broſſeur*, & funi qui dicitur *Boſſe.*

poteſt

Digitized by Google

Poteſt ex ipſa navi trahi anchora ope axis in peritrochio, ſed tunc navis fertur ad locum anchoræ. Poteſt educi alio modo, ex navicula enim educitur loro, ſeu fune qui annectitur uni brachio anchoræ; & alia extremitas cado, in ſuperficie aquæ ſuſtinetur. *On enleve l'ancre par les cheveux avec le lorin*, cadus hic dicitur *bouë*.



Secundus funium ordo firmandis malis ne vacillent, & navim concutiant, addicitur Tales ſunt funes qui ſuperiorem malorum partem, cum navis lateribus connectunt, vocanturque *les Aubans*. Hi funes plurimi ſunt, infraque Ellypticis lignis dictis *Caps de mouton*, conjunguntur; alia Ellyptica ligna ferreis uncis firmiter adhærent, aliique minutiores funes hujuſmodi lignorum foraminibus inſeruntur, ut facilius majores funes adducantur, hi minutiores funes dicuntur *Rides*, qui ut melius adduci poſſint ad alium funem pertinent, in quo plurimæ trochleæ. Hic funis dicitur *Palan*.

Adducere funem firmiter, dicitur *Haler*.

Hi funes quos deſcripſimus plurimi ſunt in ſingulis malis, habentque alios funiculos tranſverſales, qui dicuntur *figures*, formanturque ſcalæ quibus in carcheſia conſcenditur.

Mali ſuperiores ſuos etiam habent funes, quibus cum carcheſio inferiori connectuntur, quos nonnulli vocant *Galeban*.

Solus malus inclinatus hujuſmodi funibus caret, quod firmiter ipſi navigio adhæreat.

Secundus funis quo mali firmantur, eſt tranſverſalis, protenſus ſcilicèt à ſummitate, ſeu carcheſio unius mali ad pedem mali anterioris, vocaturque *l'Eſté*; ſic dicitur *le grand Eſté*, *l'eſté de Trinquet*, *l'eſté du grand Hunier*. Hic funis non tantum firmando malo utilis eſt, ſed etiam ut eo cæteri funes dirigantur.

Tertius funium ordo erit operatiorum, *Manœuvre*, qui nempe aliquod circa vela, & antennas officium exercent. Singulis ferè velis 6. funium ſpecies addicuntur.

Primò quidem attollendæ ſunt, aut demittendæ antennæ, id præſtant funes quos *Iſſas* dicimus. Hi ſecundùm longitudinem mali protenduntur, duobuſque trochlearum loculamentis uno ſuperiori mobili, altero inferiori immobili, annectuntur, & circa trochleas circumvolvuntur, ſic enim vires hominum augentur.

Secundò ſunt funes libratorii *les Valencines*, *ou balancines*, quòd antennam in unam, aut alteram partem inclinent, & quaſi librent. Hi ab extremitate antennæ ad trochleam ſub carcheſio poſitam pertinent, deſcenduntque per ſcalas ad latus navigii.

Tertiò ſunt brachia *les bras*, quibus antennæ una extremitas ad puppim trahitur.

Quartò velorum extremitates aliis funibus continentur, quæ dici poſſunt caudæ *Eſcote*, *ou Eſcotte*. Dantur & alii funes contrapoſiti, *contre eſcoute*, ſaltem in velis inferioribus.

Quintò de repente nonnunquam implicanda ſunt vela, id præſtant funes implicatorii, qui dicuntur *Brouils*, qui à limbo inferiori velorum ad antennam tranſverſim pertinent horum funium nonnulli dicuntur *Brouils*, alii *Martinets*, alii *Garcettes*.

Primi quidem ad quartam limbi inferioris partem annectuntur, illumque attollunt ope trochleæ in ſuperiori virga annexæ, & ſecundùm malum deſcendunt.

Secundi angulis velorum annectuntur, pariter ad trochleam in antenna poſitam pertinent deſcenduntque ad ſcalas. *Les aubans*.

Tertii ipſi antennæ annectuntur, ſuntque uſui ad complicandum omnino velum, *pour ferler les voiles*.

Dantur & funes circa vela annexi, ut fortiora evadant, dicuntur *Ralingues*.

Denique ſunt aliqui funes limbo laterali velorum annexi, ut contineantur, quoties obliquo vento procedendum eſt, hi dicuntur *Boulines*.

Brachia veli principalis firmantur versùs Theatrum puppis, *ſont amarez vers la dunette*. Brachia majoris Carcheſiani, *du grand Hunier* annectuntur ad latera navigii, ultra malum Artemonis.

Brachia Trinqueti annexa ſunt ad tertiam partem majoris tranſverſalis *du grand Eſté*.

Carcheſiani Trinqueti brachia annexa ſunt tranſverſali majoris Carcheſiani, *à l'eſté du grand Hunier*. Idem dicendum de velis ſupremis ſeu Pſitacis. Brachia Thalaſſomachi ad Tranſverſalem Dolonis annectuntur.

Hi funes qui ſunt 10 aut 11. ſunt fere omnes in ſingulis velis. Quare ſi multiplices per 10, vela, exurgunt 100 circiter funes. Dixi fere omnes; multi enim in ſuperioribus deſunt.

Itacle eſt funis operariorum maximus, antennam ſuſpendens, ad trochleam majorem ſub Carcheſio poſitam circumvolutus, pertinenſque ad loculamentum *cui driſſe ſeu iſſas* annectuntur.

In Triremibus aliiſque omnibus navigiis quæ vela latina adhibent, alii ſunt funium operariorum ordines, & multò pauciores, ut diximus.

DEFINITIO V.

Cætera voces & termini nautici.

Multas nauticas voces, ad Navium partes revocare non potui, eas ordine Alphabetico referam.

Agreer un navire. Navim nautico apparatu inſtruere, aut potiùs inſpicere an bene ſit inſtructa.

Agreils apparatus. *Agreeur*, qui navim apparatu inſtruit.

Aiſgade, *faire aiſgade*. Aqua dulci navim inſtruere.

Ameiner mainer la voile vela demittere.

Arbaleſtes, *baleſtrille*. Crux Geometrica ad obſervandam ſyderum elevationem.

Apleſter les voiles. Explicare vela.

Arizer les verghes. Antennas demittere, & lateribus navigii annectere, ad declinandum venti impetum.

Banc, Tranſtra remigum. Syrtes arenoſæ.

Bande Latus navis. *Mettre le timon à la bande*.

Digitized by Google

Gubernaculum ad latus detorquere, inclinare.

Brayes Caligæ, corium eſt vel tela cerâ obducta, quâ majoris mali pes involvitur.

Cale, *fonds de cale* Carina.

Caler Demittere, dicitur de homine qui in mare demittitur.

Cape, mettre à la cape. Eſt velum præcipuum ita obliquare, ut ventum in nullam partem excipiat, temone vento obſecundante.

Chiourme. Captivi Remiges.

Faire chappelle. Quoties adverſis velis occurrit ventus, navis circumvolvitur ut eum excipiat.

Collier de l'eſté. Torquis tranſverſalis.

Courſie. In triremi, iter à puppi ad proram, inter remigum tranſtra. Ex quo deſumpſit nomen, tormentum bellicum præcipuum, quod is ſit ejus locus.

Dalot, Canalis ad ducendam aquam anthliis hauriendam.

Envergher les voiles, vela antennis aptare.

Equipage, Nautica turba.

Epicer une corde, alteri annectere.

Eſcore, Præruptum littus.

Eſtotard, lignum quo funes malum firmantes, ſeu ſcalæ annectuntur.

Eſcubiers, foramina per quæ tranſeunt rudentes.

Eſcueils, Scopuli.

Eſtime. Itineris confecti æſtimatio.

Eſtrope, ou herſe de poulie, eſt funis quo continetur Trochlea.

Falaiſe, præcelſum & prominens littus.

Ferſe. Tela. Hoc velum tot telis conſtat.

Foine, tridens piſcatorius.

Vent frais, il ſe rafraiſchiſt, validus, invaleſcit

Gabords, planche du bordage. Aſſeres quibus teguntur coſtæ exterius, interiores verò dicuntur *ſerrages.*

Gardes Cuſtodes; duæ ſtellæ in cynoſura.

Guinder, in altum evehere.

Harpons, ſunt inſtrumenta ferrea acie inſtructa, antennis adjuncta ad præſcindendos hoſtilium navium funes.

Havre. Portus, *Havre de barre* portus quem nonniſi cum æſtu maris ſubire poſſunt naves.

Houage, navis veſtigium in mari.

Hourdy liſſe de Hourdy, ultima trabs versùs puppin.

Huter Decuſſare antennas, earumque extremitates lateribus annectere, ad declinandum venti impetum.

Largue, Alarguer. Recedere à navigio.

Lignes, Funiculus bolidi deſtinatus.

Eſtre au lof, ventum alteri navi præripere.

Lovier, navigare per anfractus.

Lumiere, canalis quo aqua ad ſentinam decurrit.

Maiſtre d'Ache. Faber lignarius.

Moüiller, anchoras mittere.

Nocher Nauclerus, velis imperans.

Oſſec, Sentina.

Orſer aller à orſe, obliquo vento navigare.

Pages de vaiſſeau, mouſſi. Ephœbi.

Palans. Funes tranſverſali annexi, ad attollenda pondera.

Panne mettre à Panne, navim inclinare, ad obſtruendas aquæ vias.

Pavillon baiſſer le pavillon, vexillum demittere.

Pavier Paveſade. Scuta, ſeu lanea lorica, quæ navis & carcheſiorum latera tegit.

Pilote, Nauclerus, viæ ductor.

Plage, ora vadoſa.

Pointer une carte, punctum invenire ad quod pervenit navis.

PROPOSITIO I.

Problema.

De navium menſura, & magnitudine.

Prima & communis navium menſura apud Europæos eſt dolium continens pedes cubicos Pariſienſes 28. & pendens bis mille libras. Hollandi aliam menſuram uſurpant, quam *vehes* nominant, duodecim doliis æqualem. Ad hanc menſuram navium magnitudinem exigimus dicimuſque communiter navim eſſe ducentorum, aut trecentorum doliorum, quod quomodo intelligendum ſit in hac propoſitione aperio. Suppono ex hydroſtatica corpus levius aqua, ita immergi, ut in ea locum occupet aquæ ſibi æquiponderantis. Si enim loco navigii tota illa cavitas aqua impleatur, hæc erit in æquilibrio cum reliqua, illæ enim aquæ ſunt in æquilibrio, quarum eadem eſt horizontalis ſuperficies. Sed navis ejuſdem eſt virtutis cum aqua ſibi æquiponderante, cum gravitas, & virtus idem ſint. Navis igitur quæ in aqua occupat locum, aquæ ſibi æquiponderantis, erit in æquilibrio cum reliqua, nec ulterius eam poterit attollere.

Illa igitur navis 100 doliorum, quæ præter locum quem vacua occupabat in aqua, locum adhuc 100 doliorum, capacem ſibi vendicat, quod idem eſt ac ſi diceretur cui imponi poteſt pondus 100 doliis æquale.

Ut autem ad praxin veniamus, aliqua regula egemus ad determinandam longitudinem, & latitudinem navis 100 doliorum. Quod ut præſtemus, notandum eſt navim immergi non debere ad ſupremum uſque tabulatium, tunc enim qualibet vi ingruentis venti mergeretur omnino. Communiter igitur navis tertia ſuæ concavitatis parte debet emergere, ſolaque dimidia pars concavitatis ejus oneri tribuitur.

Quare ſi longitudinem navigii per mediam aliquam latitudinem multiplices & productum per altitudinem, habebis totam ejus concavitatem, cujus ſemiſſis, ſi dividatur per 28. habebis numerum doliorum. Si verò totius navigii, & oneris impoſiti pondus deſideras, metire locum quem in aqua occupat multiplicata longitudine, per mediam latitudinem; & iterum multiplicato producto per altitudinem, atque ita habebis numerum pedum cubicorum; pes autem cubicus aquæ libras $61\frac{1}{6}$ pendit. Duo trientes hujus ponderis, oneri tribuuntur.

Tertiò determinabis quantum navis magis immergatur aquæ dulci, quam ſalſæ, ſupponendo aquam ſalſam graviorem eſſe dulci, ſexageſima ſexta parte. Si figura navigii regularis foret, ſexageſima parte plus in aqua dulci, quam in ſalſa deſcendet. Irregularitas figuræ difficiliorem operationem reddet, cum ſit ad pedes cubicos revocanda.

Quartò. Certum eſt eo naves à procellis minus concuti, quò earum pondus fuerit majus. Multa tamen ſunt obſervanda. Si enim onus fuerit materiæ levioris, quæ conſequenter ſuperiora navigii loca occupet, pondus ventis non reſiſtet; ſed potius navim in eam partem inclinabit, in qua

Digitized by Google

qua à vento impellitur. Saburra partem carinæ infimam obtinet. Aqua autem est onus pessimum, eò quòd ad partem inclinatam accurrat. Modus oneris imponendi navigii multùm ad ejus celeritatem confert. Quare ita distribuendum est ut in nullam partem inclinet, nec puppis aut prora nimis immergatur. Onera graviora videntur in puppi collocanda, cum in sagittis, & reliquis projectis, pars gravior semper antecedat.

PROPOSITIO II.

Theorema.

Proportio partium navigii, secundùm Regias constitutiones.

Ut aliquid certi proponamus circa proportionem partium navigii, hanc ex regiis constitutionibus elicui. Ut enim in posterum similes essent naves Regiæ, vitaretur ea diversitas quæ ex mensurarum & proportionum varietate ortum habet, sua Majestas constituit,

1. Primò ut naves trium tabulatorum latitudinem haberent, æqualem quartæ parti spinæ, non computatis rotis puppis & proræ, & insuper unum pedem, hoc est ut navis cujus spina erit 148 pedum, sit lata 30 pedes ad costam principalem *A l'endroit du maistre Bau.*

2. Fregatæ duorum tabulatorum præcisè haberent in latum quartam partem spinæ.

3 Projecturæ proræ, *l'élancement de l'Estante*, quintam partem spinæ habeat, minus tamen uno pede.

4. Projectura puppis, *la queste de l'Etambord*, quartam partem projecturæ proræ contineat.

5 Altitudo rotæ proræ, *de l'Estante*, superat uno pede altitudinem secundi tabulati, altitudo rotæ puppis, *de l'Estambort*, minor est duobus pedibus.

6 Præcipuæ costæ plana superficies, *le Plat de la maistresse varangue*, præcipuæ trabis medietatem sibi vendicat, *doibt avoir la moitié du maistre Bau*, ita statuitur ut divisa spina in sex partes æquales, quarum duæ tribuuntur puppi, *deux pour les façons de l'arriere*, una pro prora, *une pour les façons de l'avant*, collocetur in medio trium reliquorum hoc est divisa spina in sex partes, statuitur in medio quartæ partis incipiendo à puppi, aut divisa spina in duodecim partes, sit post septimam numerando à puppi.

7 Costa puppis, *la Varangue de l'arriere*, collocatur post secundam partem, observata scilicet divisione spinæ in sex partes æquales. Eius plana superficies duos trientes planæ superficiei costæ principalis obtinebit.

8 Costa Proræ in sexta parte spinæ collocetur, habeatque tres quadrantes planæ superficiei costæ principalis.

9 Cavitas navis, à spina ad trabem primi tabulati, medietati trabis principalis æqualis sit, ita ut cavitas navis 15 pedes habeat, si spina longa sit 100 pedes.

10 Trabs puppis, *la lisse de Hourdy, ou bau de l'arriere, aura les deux tiers du maistre Bau*, duos trientes principalis trabis obtinebit, eritque duobus pedibus infra extremitatem rotæ puppis, hoc est æquabit altitudine limbum inferiorem fenestellarum sanctæ Barbaræ, *à la hauteur du feuillet des Sabords de Saincte Barbe.*

11 Sua majestas præcipit ut deinceps puppis, infra costam puppis, *au dessous de la lisse de Hourdy* rotunda sit, & non quadrata ut solebat.

12 Quod pertinet ad maximam navis crassitiem, *le fort du Vaisseau*, duci debet recta à puppi ad proram, directè secundum lineam aquæ, quod ut melius præstetur, in singulis navalibus habeatur prototypus.

13 Dispositio carinæ consueta usurpabitur, fiet tantum in puppi separatio, æqualis apothecæ panis, ad recondenda navarchi cibaria.

14 Naves septuaginta tormentorum bellicorum, sub primo tabulato instruentur spuriis trabibus, in senos pedes, ad majus robur; fiet item in circuitu ambulacrum trium pedum pro fabris lignariis, ad resarciendam labem à globis hostilibus illatam, aut obturandos meatus omnes.

15 Naves instructæ pluribus quam quinquaginta tormentis, paucioribus quam septuaginta, ambulacro quidem, non tamen spuriis trabibus instruentur.

16 Fenestellæ *Sabords* ab invicem sex pedibus & semi distabunt, superiores inferioribus non respondebunt, ne fumus inferioris stationis superiori noceat.

17 Mioparones octoginta tormentorum inter tabulata, nempe à tabula ad trabem altitudinem habebunt quinque pedum cum dimidio, quinque pedum & 4 digitorum naves quinquaginta tormentorum, & minores quinque tantum.

18 In præcipuis partibus subscudes erunt ferreæ, in minus præcipuis ligneæ.

19 Latitudo navis in superioribus minuetur.

20 Puppis ita digeratur à prima costa, usque ad coronidem ita ut in coronide duos tantum trientes habeat costæ puppis, *la lisse de Hourdy.*

21 Sua majestas prohibet ne deinceps in puppi apponantur statuæ, aut alia ornamenta extantia, sed tantum levia.

23 Mioparones quinquaginta tormentorum, & duorum tabulatorum, nullam in puppi porticum habeant.

24 Mioparones plurium quam quinquaginta tormentorum podio simplici, in cubiculo consilii instruantur. Naves plurium quam quinquaginta tormentorum, necnon trium tabulatorum duplici pedio instruentur.

25 Sua majestas omnino vult esse interdicta podia *Balcon* lateralia, permittit tantum extantes podiorum appendices duorum tantum pedum.

26 Castellum puppis obtinebit totum spatium, quod est inter axem in peritrochio, *le Cabestan* & malum principalem. Eius altitudo erit quinque pedum cum dimidio. Castellum proræ tantum quinque pedes obtinebit.

PROPOSITIO III.

Theorema.

Ordinariæ partium navigii Proportiones.

Quamvis proportiones in constitutionibus regiis contentæ diligenter examinatæ fuerint, sequentes tamen communiter usurpantur.

Trabs præcipua, *le maistre Bau*, tertiam spinæ partem obtinet.

Projectura rotæ in prora, *l'élancement de l'Estante*, æqualis est trabi præcipuæ.

Digitized by Google

Projectura rotæ in puppi, *la queſte de l'Eſtambord*, quintam tantum partem præcipuè trabis ſibi vendicat.

Longitudo Rotæ in puppi habet duos trientes ejuſdem trabis.

Coſta puppis, *la liſſe de Hourdy*, trientem & quadrantem principalis trabis obtinet, ut ſi trabs principalis eſt 20 pedum, coſta puppis erit 11.

Cavitas navigii habet mediam partem principalis Trabis, minus tamen una decima ejuſdem ſemiſſis.

Spatium interjectum inter tabulata, erit media pars cavitatis, ut ſi cavitas fuerit novem pedum; illud erit quatuor, & ſemis.

Si duplicaretur longitudo navigii, non propterea duplicaretur ſpatium inter tabulata interjectum, haberetque tantum 6 pedes, reliquum cavitati adjungeretur.

Plana ſuperficies coſtæ quartam ſimul & ſextam partem trabis.

Spina non erit ubique ejuſdem latitudinis ſub trabe principali, decimam quintam partem principalis trabis latitudo ſpinæ obtinebit: minuitur autem utrinque, ita ut versùs proram habeat vigeſimam tantum partem, & in puppi vigeſimam tantum partem. Si trabs præcipua fuerit 20 pedum ſpina ſub illa habebit latitudinem unius pedis cum triente, in prora unius pedis, in puppi 10 digitorum.

Altitudo ejuſdem ſpinæ erit vigeſima pars trabis præcipuæ.

Rota puppis in inferiori parte quadrat cum ſpina eandemque habet latitudinem, in ſuperiori parte adjungit quartam partem.

Coſta puppis eandem habet craſſitiem, ac Rota puppis in ſuperioti parte.

Coſtæ planæ altitudinem decem digitorum ſupra ſpinam, & latitudinis novem digitos.

Genua novem digitos habent, & ſeptem ad tabulatum. Additamenta coſtarum, *les alonges* genubus quibus aptantur reſpondeant, in parte verò ſuperiori quatuor tantum digitos habebunt.

Contra ſpina, *Calingue* æqualis erit ſpinæ.

Tabula primi tabulati ſit craſſa duos digitos.

Tabulatum ſuperius quarta parte decreſcit.

Tabulæ exteriores uſque ad genua, erunt craſſæ tres digitos reliquæ uſque ad limbum ſuperiorem *le vibord* duos digitos.

Catenæ *Cheintes* erunt craſſæ undecim, aut & decem digitorum.

Sagitta erit quindecim pedum, vel tres quadrantes trabis principalis habebit.

Longitudo mali principalis ferè æqualis eſt ſpinæ. Mali ſuperiores decreſcunt in ratione ſubdupla.

Antenna minor eſt malo, una quinta parte.

Malus myceni minor eſt præcipuo una quinta parte.

Pro carbaſis hæc proportio poterit uſurpari.

Pro Navi ducentorum doliorum, longitudo ſeu altitudo carbaſi erit undecim ulnarum, & latitudo viginti duarum.

In myceno carbaſus habebit in altitudinem *de Gindant* ulnas 10, in latitudinem 19. Carbaſus magni carcheſii altitudinis 9 ulnas, & latitudinis in ima parte 18. Carbaſus carcheſii myceni, *le Hunier de myſaine* altitudinis $7\frac{1}{4}$ & latitudinis ima parte 17.

Carbaſus mali inclinati *de Beaupré* quinque altitudinis, 14 latitudinis.

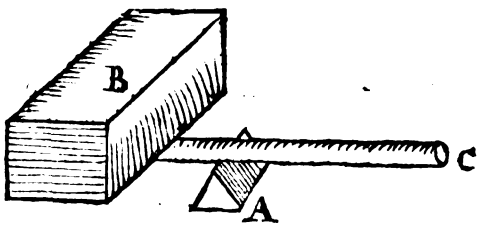
Qui plura volet legat Creſcentium, Dudlæum, Fournerium.

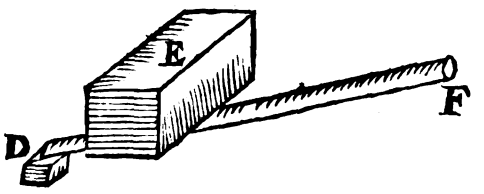
PROPOSITIO IV.

Theorema.

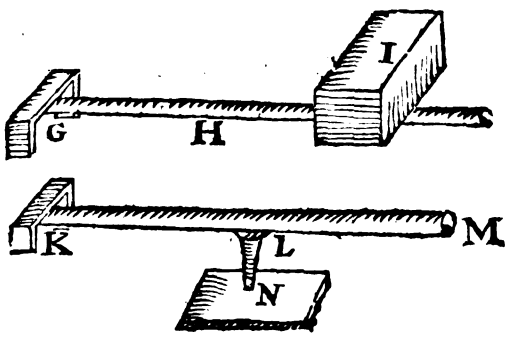
Remus ad vectem ſecundi generis revocatur.

Ariſtoteles quærit ad quam potentiam motricem, ſeu machinam revocetur Remus, videturque illum addicere vecti primi generis. Quæ quæſtio ut intelligatur tria in vecte diſtinguenda ſunt. Nempe Hypomoclion pondus & potentia.





In vecte primi generis, hypomoclion A, medium locum inter pondus B, & potentiam C obtinet.



In vecte ſecundi generis pondus E eſt inter hypomoclion D, & potentiam F.

In vecte tertii generis potentia H, eſt inter hypomoclion G, & pondus I.

Dico ergo contra Ariſtotelem, Remum eſſe vectem ſecundi generis, ita ut hypomoclion, ſit in palmula quæ aquam verberat, pondus in medio, ſeu in ſcalmo, & potentia in alio extremo.

Demonſtratio. Quod enim motui gravitate ſua reſiſtit, rationem habet ponderis, ſed navis motui per remigationem impreſſo reſiſtit, & quo magis onerabitur navis, eo major occurret reſiſtentia, ut promoveatur: ergo navis habet rationem ponderis; navis autem remo annectitur in ſcalmo.

Dices, reſiſtentiam non eſſe in navi; ſed in aqua quæ diviſioni, aut circulationi reſiſtit.

Reſpondeo præcipuam difficultatem, ſeu reſiſtentiam peti ex aqua, ſed aſſero eam per navim ſuperari,

Digitized by Google

ſuperari, & conſequenter pondus eſſe in medio. Non ſecus ac ſi clavus LN, vecte KM in infigendus ſit tabulæ N, etiamſi reſiſtentia in aſſerculo N poſita ſit, quia tamen clavo LN ſuperatur, adhuc in tali caſu, pondus medium locum occupat.

Objici ſecundo loco poteſt quod hypomoclion firmum, & immobile eſſe debeat, aqua autem quæ à palmula impellitur cedit & movetur; ergo non habet rationem hypomoclii. Reſpondeo aquam non habere rationem hypomoclii, niſi inquantum reſiſtit, propterea que remum ea parte latiorem efficimus, ut majorem offendat reſiſtentiam. Quod ſi extremitas remi, rupi immobili inſiſteret, & terræ inniteretur, remigatio melius ſuccederet; ergo quod aqua nonnihil cedat eſt tantum per accidens, neque hoc remigationis eſſentiam deſtruit.

Objicitur 3. In ſecunda vectis ſpecie, cum potentia magis diſtet ab hypomoclio quam pondus, majorem etiam motum habebit. Sed remex majorem motum non habet, quam navis, cum eodem motu quo navis feratur.

Reſpondeo: Si preciſe ſpectetur remigatio, remex plus movetur quam navis qua vehitur, manus enim quæ antea propior erat puppi, quam ſcalmus, ulterius provehitur ad proram.

COROLLARIUM I.

Quò longior erit remus à ſcalmo ad mare, eo difficilior evadet remigatio.

COROLLARIUM II.

Remiges à ſcalmo remotiores, majores habent vires, licet etiam ob majorem motum magis defatigentur. Ideoque Ariſtoteles aſſerit remiges qui ſunt in medio, potentiores eſſe, quia cum in medio navis ſit latior, remos etiam longiores admittit.

PROPOSITIO V.

Theorema.

De viribus Remigationis.

Quæri poſſet cur tanta navigia remis agantur, quæ ne tantillum quidem nutarent, ſi terræ inſiſterent, etiam adhibitis quadruplò pluribus remis. Quæ quæſtio non de remigatione tantum fieri poteſt, ſed de aliis omnibus motibus qui in aqua exercentur, neque enim ventus navim in terra impelleret, aut equus naviculam traheret.

Reſpondeo id oriri ex facili diviſibilitate aquæ, cum enim pondera motui horizontali non reſiſtant utpote quo à centro telluris non recedunt; ſola reſtat vincenda difficultas, in dividenda aqua, aut ad circulationem compellenda; Ex quo fit ut figura tantopere ad celeritatem conferat, ut ſi roſtrata ſit navis, ſi eius latera ſint lævigata, & ſævo illita, quinta parte velocius decurret.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

Diverſi modi remigandi.

Poſſet quæri modus remigandi, qui totus in aquis perficeretur, hoc eſt ita ut remus non educeretur. Primò certum eſt, ſi nihil aliud interveniat, inutilem fore talem remigationem, impetus enim qui in navi produceretur dum remex ad ſe remum adducit, deſtrueretur dum contrario motu à ſe remum repelleret. Si enim ad totum remigationis progreſſum attendamus; illum in duo tempora partiemur. Primum erit illud quo remex manubrium remi demittendo, palmulam ex aqua eductam ad proram propellit.

Secundum illud quo manubrium attollendo, palmulam deprimit eaque aquam versùs puppim impellit, ſi autem quantum aqua motui palmulæ versùs puppin reſiſtit, tantundem aër reſiſteret eidem versùs proram impulſæ, impetus producti ſeſe invicem eliderent; quia tamen parum aër, & multum aqua reſiſtit, prævalet impetus ab aquæ reſiſtentia ortus. Aptius igitur ad remigationem duo requiruntur media nempe aër parum, & aqua multum reſiſtens. Sicut dum ambulamus aër pedi antrorſum impulſo facilè cedit, tellus vero eidem retroacto omnimode reſiſtit.

Abſolutè tamen perfici poteſt remigatio, etiamſi remus ab aqua non educatur, nam piſces in aqua natant, aves in aëre volunt: utriuſque artificium conſiſtit quod piſcium pinnæ complicentur, & cæſim antrorſum impellantur, at verò retroactæ tota ſua plana ſuperficie aquam verberent. Pariter pennarum villi ita ſunt diſpoſiti, ut motui antrorſum facilè cedant, & complicentur, motui retrorſum opponantur, & reſiſtant: ita ſi ita peragatur remigatio ut cæſim remus promoveatur antrorſum, & ſua plana ſuperficie retrorſum, habebitur intentum.

Datur & alius modus remigandi, nempe in puppi naviculæ loco gubernaculi remus alligatur, qui in utramque partem agitatur, hic ægitatio naviculæ motum imprimet ſatis velocem, & ſine ullo ſtrepitu, hoc modo cauda piſces utuntur ut ſibi motum imprimant.

PROPOSITIO VII.

Defectus remigationis.

Mihi videtur communis remigatio multis ſubjacere incommodis, præcipuum eſt quod Mioparones, ſeu naves altarum ſpondarum remis inſtrui non poſſunt, ut enim palmula, eius pinnula altius attollenda foret.

Utiliſſima tamen foret iis etiam navibus remigatio ſi admitti poſſet, ſive in malacia, ſive ad perſequendos aut fugiendos hoſtes. Refert P. Fournier à ſe cognitum celebrem navarchum, qui remis in Mioparone utebatur, nam per ſingulas tormentorum inferiorum feneſtellas remum inſerebat longum pedes 35, cui quinque incumbebant remiges, & hoc modo 4 & quinque leucas per diem in quacumque malacia perficiebat: ſcopulum facilè evitabat, & navim velociſſimam aſſequebatur.

Alii autem defectus qui in communi remigatione notantur, ſunt primò quod plus laboretur in promovendo remo antrorſum, & ſublevando ab aqua, quampræcisè in ipſo remigationis actu.

Secundò ex contrariis ferè motibus coaleſcit remigatio, ex quo fit ut acquiſitus primo impulſu impetus, ceſſare debeat, tum ſubſequens producendus, quod omnibus iis machinis contingit, quæ alterno motu cientur, ideoque illæ ſemper aliis præſtant, quæ circularem habent motum.

Excogitaram rotam palmulis inſtructam, aquam impellentibus, ſed licet hæc machina navim moveat, habet tamen ſua incommoda, quorum præcipuum in eo poſitum eſt, quod palmulæ nimis obliquè, aut nimis leviter aquam perſtringant, alioquin etiam Mioparonibus, hæ rotæ utiliter adhiberentur, redderentque remigationem facillimam.

PROPOSITIO VIII.

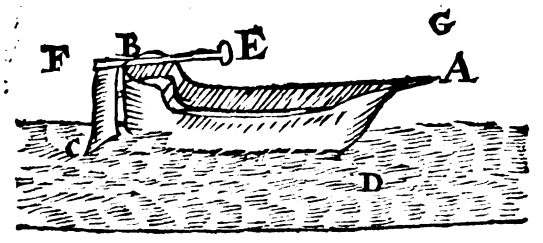
Theorema.

De Gubernaculo.

Mirantur nonnulli quod gubernaculum exiguum licèt & vix latum uno aut altero pede, ingentes navium moles, in utramlibet partem detorqueat. Quæritur unde tanta vis homini gubernaculum adhibenti.

Reſpondeo navigii motum non eſſe ab homine ad clavum ſedente, ſed tantum à mari, aut vento. Id autem inde manifeſtum fit, quod in malacia, etiam ſi gubernaculum obliquetur, nullus ſequatur motus; non igitur gubernaculum aut qui illud verſat, motum producunt, ſed tantum motum à vento, aut remo productum determinant, ut potius dextrorſum, quam ſiniſtrorſum agatur.

Demonſtratio. Proponatur navis A B, cujus gubernaculum BC in ſitu obliquo detineatur; dum



navis A B antrorſum velociter aut vi ventorum, aut remigum fertur; clarum eſt gubernaculum BC in aquam incurrere, quæ ipſum percellit eadem velocitate, qua navigium decurrit, quare aqua puppim impellet versùs F, propterea que prora detorquebitur in D.

COROLLARIUM.

Ex his concludo eò faciliùs detorqueri navim, quò majori velocitate fertur, quamvis is qui ſedet ad clavum, in eo detorquendo plus laboret, ideoque in tempeſtatibus, duo, & tres homines temonem verſant. Propter quam rationem puppis navigii certam figuram exigit, ut melius gubernaculum ſentiat: coſta enim puppis, non imponitur immediatè ſpinæ, ſed altius evehitur, ut major aquæ copia in gubernaculum incurrat.

Modum explicandi quem attuli exemplis variis confirmare poſſem. Et primò quidem plani inclinati, quod licet motum globi deſcendentis non producat, eum tamen in unam partem detorquet. Secundò currus à tergo impulſus, in unam partem inflectitur in quam rotæ anteriores detorquentur. Naviculæ autem quæ ſecundo flumine feruntur, potius remo, quam gubernaculo indigent: cum enim aqua in gubernaculum non incurrat, nullam etiam vim habet ad navim detorquendam.

Ex quibus concludo in lacubus immotis, aut dum adverſo flumine navigatur, maximam eſſe vim gubernaculi, ita ut ſi alveus ſtrictior fuerit, cautè verſandum ſit gubernaculum; accidit enim aliquando, ut ad unum gubernaculi motum navis tanta celeritate in latus motum obliquaverit, ut præſentiſſimum naufragii periculum adierit.

Temo, *orgeau* ſeu gubernaculi manubrium, habet rationem vectis, ita ut facilius verſetur, quo longius fuerit. Quare cum in triremibus ſatis longum eſſe non poſſit, ne ſcilicet in cubiculum navarchi incurrat, inſtruitur trocleis, & polyſpaſto.

DE VENTIS.

Occaſione velificationis quæ cauſam efficientem, ventum habet, nonnulla hic de ventis dicam.

PROPOSITIO IX.

Phyſica.

Quid ſit ventus.

Ventus eſt perennis & tactu ſenſibilis aëris commotio.

Probatur aſſertio. Dum flabello commovemus aërem, ſentimus eodem modo nos affici ac dum ſpirat ventus, tunc autem certum eſt nihil aliud eſſe quam aëris commotionem; ergo in aëris commotione poſita eſt eſſentia venti. Volui ut eſſet ſenſibilis tactu, nam ſemper eſt aliqua aëris commotio, ut animadvertimus in ſolari radio, non tamen ſemper ventus.

Igitur materia venti erit ipſe aër. Poſui autem hanc vocem *perennis*, quia non quælibet parva aëris commotio vocatur ventus, ſecundum Ariſtotelem ſed in hoc eſt quæſtio de nomine, an principium commotionis aëris, debeat vocari ventus, ego voco cauſam venti. Fluvium enim à fonte diſtinguimus, licet nullus ſit fluvius, prout à torrente diſtinguitur, qui fontem non habeat: quare licet ſimul cum aëre commoto miſceretur exhalatio, quia tamen hoc controverſum eſt, dedi definitionem ab his independentem.

Dico primò multos ventos dari poſſe, qui in ſola commotione aëris conſiſtant ſine ulla exhalatione admixta.

Demonſtratio. Dum accenditur ignis in camino ſentitur ventus ad januam; ſed hic ventus non habet exalationem admixtam: nam ingreditur cubiculum ergo non habet exalationem ignis, quam potius repellit. Id autem ita ſe habet, ignis lignum in exalationem aëre leviorem mutat, quæ extrudi debet ſurſum, non poteſt autem aër accurrere ut extrudat, per ipſum caminum jam occupatum à fumo,

Digitized by Google

à fumo, aliunde igitur accurrit vi gravitatis ſuæ.

2. Dum incenduntur agri, aut arundineta excitatur ventus accurrens ad locum incendii.

3. Dum incipit pluere; quia derepente infrigidatur aër, & condenſatur in ea parte, minoremque propterea locum occupat, propterea fit ventus ſpirans contra eum locum.

4. Æolipila ſemiplena aqua ſi calefiat, per ſemihoram ſpirat ventum non exhalationi permixtum. Pariter ex cavernis ſæpe erumpit ventus aquis vi caloris in vaporem mutatis.

Admitto item exhalationem accenſam aut ſubita rarefactione ſe extendentem poſſe ventum producere, ut accidit in Nitro accenſo, quod in ventoſam exhalationem abit.

Neque dicas ventum exſiccare, atque adeo in exhalatione conſiſtere, nam præterquam quod multi venti humidi ſunt, ventus exſiccat, qui humorem aufert & ſecum vehit.

Materia igitur venti eſt tota athmoſphera cum iis omnibus halitibus qui in ea inveniuntur, qui ſive adſint, ſive abfuerint, erit tamen ventus ſi ſenſibiliter ad tactum moveatur.

PROPOSITIO X.

Phyſica.

Cauſa proxima ventorum poteſt eſſe exhalatio.

Ariſtoteles exiſtimat cauſam proximam ventorum eſſe exhalationem.

Anni nonnulli ſunt pluvii, alii ventoſi, ſed ſi eadem eſſet cauſa venti & pluviæ, anni pluvii eſſent etiam ventoſi; ergo diverſa eſt cauſa. Certum eſt autem quod cauſa aut potius materia pluviæ ſit vapor; ergo cauſa ventorum erit exhalatio.

2. Ita ratio redditur cur cœli rubedo ſit ſignum venti; ſed ſi vapor ſaltem craſſior eſſet etiam cauſa venti, rubedo non eſſet nota venti futuri. Hæc tamen ratio non convincit, nam craſſior nubes ideo non eſt ſignum venti, quia tota ſimul radiis ſolaribus rarefieri non poteſt, ejus craſſitie radios ſolares arcente, poteſt autem tenuior tota ſimul incaleſcere & rarefieri.

3. Probatur. Plurimi ventorum effectus non poſſunt niſi ex vehementi aliquo ſpiritu prodire, quales ſunt procellæ, quæ ut plurimum incipiunt à fulgetris, fulminibus aliiſque, commotionibus, ea inquam ſpiritum aliquem ſiccum, & non tantum vapidum innuunt.

4. Præcipua ratio. Non minus produci poteſt ventus ab exalatione ſicca, inflammata, quàm producitur dum accenditur ignis, ſed experimur dum accenditur ignis, aut dum comburuntur arundineta produci ventum; ergo etiam exhalatio ſicca eum producere poteſt.

5. Bene probat Ariſtoteles ventum non prodire à ſolo aëre, quia nempe cum ſemper adſit aër, & ſol calefaciens, deberet ſemper eſſe ventus; ergo debet in productione venti aliquid aliud intervenire.

Hæ poſſunt eſſe rationes propter quas aſſeritur communiter exhalatio eſſe cauſa productiva venti: ſed reſtat præcipua difficultas, nempe quomodo ventum producat. Ratio difficultatis eſt, quòd nullum immotum moveat, quæritur ergo quomodo exhalatio motum concipiat; eumque tranſverſalem; nam in rebus inanimatis ſola facultas motiva videtur eſſe levitas, aut gravitas, quæ ferunt tantum ſurſum, & deorſum, & non tranſverſim. Afferam in hac propoſitione modos à multis excogitatos, quibus exhalatio ventum produceret.

Omitto eos qui volunt ventos ab angelis produci, ex aliquibus Scripturæ locis malè intellectis, quamvis non negem angelos, & magos poſſe excitare ventos, ut ſunt nonnulli in partibus Aquilonaribus qui pileo ventos advocent, perinde ac ſi Rex Æolus eos in utre traderet. Hæc tamen ſententia indigna eſt Philoſopho. Mitte & ſententiam Kepleri qui vult ventum eſſe telluris reſpirationem.

Prima ſententia motum exhalationis eius gravitati tribuit, nempe quod exhalatio terrea, remittente extrinſeco calefaciente, denuo addenſetur, & vi gravitatis decidat, eo ferè modo quo pluvia. Ad hanc opinionem confirmandam refert Digbeus, cum montem Ceniſium tranſiret, ſolis radios incidentes in nivem, quæ in oppoſito monte videbatur produxiſſe lenem auram in ſuperioribus montis partibus, quam in deſcenſu ſenſim majorem deprehendit, in planitie verò in ventum validum evaſiſſe. Putavit autem ſolares radios in nivem incidentes, exhalationem terream ſeparaſſe ab aliis partibus levioribus, à quibus in aëre detinebatur, hoc eſt cum quibus unum totale corpus aëre levius efficiebant: atque ita ab his ſeparatæ recíderent, lentè quidem initio, poſtea verò ut acceleratio gravium decidentium augetur, ſecundùm proportionem numerorum imparium, 1. 3. 5. 7, &c. vires eundo acquireret.

Alii volunt exhalationem reddi graviorem ſimpliciter, eò quòd ceſſante extrinſeco calefaciente, frigefiat, & condenſetur. Ita Fromondus, & Cabæus exiſtimant exhalationem vi caloris levem redditam aſcendere, & ab impetu quem acquirit altius aſcendere quàm ferat eius levitas; deinde vero deſcendat, & deſcendendo impetum acquirat, eò ferè modo quo pendula oſcillari, & hinc inde vibrari obſervamus. Reſtat tamen difficultas, quomodo motum tranſverſalem concipiat. Nonnulli recurrunt ad duplicem cauſam, nempe cum in exhalatione ſit gravitas, & accedat externa cauſa calefaciens, & conſequenter levitatem addens, hæ duæ cauſæ motum medium producant; ſed malè, quia deberet potius exhalatio ſuſpenſa manere ut videmus accidere in nubibus. Alii melius dicunt exhalationem decidentem; quia ſub ſe invenit aërem, & aër telluris ſuperficiem, motus determinatur & peragatur ſecundùm eam ſuperficiem.

Cabæus alium producit modum, nempe quod exhalatio, fugiat vaporem, ut ſibi contrarium, nempe dum à vapore in aqueum humorem abeunte ſeparatur, aufugiat ea vi, qua omnia à contrariis fugiunt. Hoc tamen principium de fuga contrariorum difficillimum eſt.

Dico ergo ventos ab exhalationibus ſæpe produci, non tamen ſimpliciter vi gravitatis, ſed eo quod rarefiant, ut dicam poſtea. Ratio mea eſt quod pluvia licet magno impetu deſcendat, ejuſque guttæ ſint majores, & graviores exhalationibus, nullam tamen ſenſibilem in aëre agitationem producit, multò minus exhalatio quæ tenuior eſt.

PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO XI.

Phyſica.

Vapor poteſt eſſe cauſa ventorum.

Methrodorus definit ventum aquoſi anhelitus æſtum, & Vitruvius aëris fluentem undam, vultque naſci ventum, cum fervor offendit humorem; tunc enim impetus fervoris exprimit vim ſpiritus flantis.

Prob. 1. cum Vitruvio. Ea poteſt eſſe cauſa venti in aëre libero, quæ in Æolipilis ventum producit. Eſt autem æolipila globus ferreus cum anguſtiſſimo foramine quo aqua infunditur; dum autem calor vehementior in humorem ſeu aquam incidit, validum ventum & diuturnum per foramen emittit. Nihil enim eſt exhalatu facilius quam aqua; & quod diutius flatum continuet; quæ omnia requiruntur ad explicandas venti proprietates.

2. Plures ſunt venti in mari quam in terra, copioſior autem vapor educitur ex mari quam exhalatio, neque enim venti qui in alto mari ſpirant, ex terra veniunt, & peritiores nautæ diſtinguunt marinos ventos à terreſtribus. Ita Colombus ex ventis terreſtribus cognovit Americam.

3. Dum plures educuntur vapores, dum colliqueſcunt nives, ſpirant poſtea venti boreales. Quoties pluit in Delphinatu, & in Sabaudia, toties boreas ſpirat in Provincia.

4. Loca ſiticuloſa ex quibus vapor non educitur, ventum non emittunt. Ita Digbæus Claſſis Anglicanæ præfectus, in reditu ab Ægypto, cum invitus oram Africæ legiſſet, malacias diuturnas eſt expertus. Hæc tamen ratio non convincit, quia vapor videtur eſſe exhalationis vehiculum, ita ut hæc ſine illo non educatur.

5. Ros qui nocte decidit ventum ſatis validum efficit, dum manè incaleſcit. Ita ſingulis diebus dum ſilent alii venti, ventus ſatis validus è Troade in mare vicinum prorumpit, qui per tres aut quatuor horas perſeverat, totuſque de repente deficit. Idem accidit in parte meridionali Cretæ inſulæ. Immo teſte Seneca nulla fere eſt regio, quæ non habeat aliquem flatum intra ſe cadentem, & circa ſe naſcentem. Ita in Narbonenſi Provincia ad Malignonum montem ventus naſcitur, qui declivitatem eius non excedit. Pariter in inferiore Delphinatu ad oppidum Niontium, ſingulis æſtivis diebus naſcitur ventus Pontias dictus, vix habens in latitudinem unum milliare, ſummè ſalutaris, qui melius tribui non poteſt quam rori nocturno matutino calore in vaporem mutato. Ita Smirnis ventus qui dicitur Embatis quod Sinum ingrediatur, ſingulis diebus exoritur. Notavi item in Cycladicus æſtivo tempore ventum ab eo rumbo ſpirare in quo ſol exiſteret.

De modo autem quo producatur dicam inferius.

PROPOSITIO XII.

Phyſica.

An aër ſeipſo in ventum moveri poſſit.

Certum eſt in Zona torrida perpetuum ſpirare ſubſolanum, ſeu Orientalem ventum, quem motui telluris Copernicani nonnulli, & inter cæteros Carteſiani tribuunt, quaſi tellus ſeu æquator citius moveretur in ortum, quam aër ſeu materia ipſi circumfuſa, atque adeo aër videretur ferri ad occaſum.

Dico contra Carteſianos ventum Orientalem Zonæ torridæ, ab ipſo præcisè motu telluris originem non habere.

Probatur 1. Ex circumſtantiis hujus venti, qui ſole tropicum cancri percurrente, ad trigeſimum tantum latitudinis borealis gradum pervenit, eodem verò ſole conſtituto in tropico Capricorni, paucos latitudinis ejuſdem gradus attingit. In mari vero Indico hic ventus Orientalis vix paucis gradibus ad boream æquatorem tranſcendit.

Probatur 2. Quomodocumque hæc hypotheſis digeratur in Zonis temperatis ventus aut Orientalis, aut Occidentalis perpetuò ſpirare deberet. Addo quod idem ventus vigere deberet uſque ad ſexageſimum gradum latitudinis. Si enim ideo tantum ſpiret quia materia ætherea quæ æquatori vicina eſt longiori tempore ſuam circumvolutionem abſolvat, quæ polis propior eſt, ſecundùm leges omnium vorticum, ſi inquam id verum eſt, cum omnes partes telluris eodem tempore ſuas periodos abſolvant, debebit eſſe æqualitas in ſexageſimo tantum parallelo, qui eſt tantum media pars æquatoris, cum tamen hic ventus Orientalis, ſole in tropico Cancri poſito, ad tropicum cancri non perveniat, & in Zonis temperatis venti ſine ulla regula in omnem partem ſpirent.

Dico 2. Quomodocumque ſe habeat hic ſubſolanus, & quomodocumque explicetur quod poſtea præſtabimus, ex eo probari non poſſe, ex ſola præcisè rarefactione aëris ventum poſſe generari. Quia nempe ubi maximè viget hic ſubſolanus, plurimi poſſint ex mari vapores educi, & neſcimus an in locis mediterraneis præſertim ſiticuloſis & arentibus regnet adhuc hic ventus.

Quare concludendum puto ſolam aëris rarefactionem, aut condenſationem, modicum tantum ventum, & lenem auram poſſe producere. Cum enim aër ſit jam rarus ſua natura, non poteſt per rarefactionem multò majus ſpatium occupare: ſed ad ſummum duplum, aut triplum. Secundò hæc rarefactio quæ quaſi per gradus accidit, lenem tantum auram movere poteſt. Tertiò vere, & autumno cùm moderata eſt aëris temperies vehementiores excitantur venti. Quartò oriuntur ſæpè venti dum ſol meridiem attingit, & aërem in eodem raritatis gradu conſervat, ſæpè item de nocte. Quinto aër non apparet rarior, aut denſior cum venti ſpirant, ergo oriri non videtur præcisè ex rarefactione aut condenſatione aëris.

PROPOSITIO XIII.

Phyſica.

Vera cauſa ventorum aperitur.

Examinatis recenſitis opinionibus non erit difficile aliquid certi in hac materia conſtituere.

Dico primò ventum generari dum copioſus è terra, aut è mari vi caloris educitur halitus.

Probatur. Impoſſibile eſt ut magna halituum copia ſimul educatur, & rarefiat, quin occupet locum

Digitized by Google

cum aëris, ſed non poteſt eius locum occupare, quin illud propellat; non poteſt plurimus aër ſimul propelli quin motum concipiat, motus autem aëris eſt ventus; ergo hæc omnia fieri non poſſunt, quin aliquis ventus generetur. Impelletur autem aër ea parte qua minus reſiſtet, & cum telluri innitatur per gravitatem, plus reſiſtet motui ſurſum quam laterali.

Dixi halitum, quia tam vapor ex aqua factus, quam exhalatio ex mixtis educta, occupat ſpatium plus quam millecuplò majus poſt rarefactionem quàm antea.

Ad hunc modum pertinere puto auras quæ à primis ſolis radiis excitantur, ventos regionarios, boreales qui ex ſolutis nivibus ventos qui paulò pluviam conſequuntur, quaſi pars pluviæ ſubtilior redeat per flatus in zonam torridam, è qua originem duxit: revoco item ventos qui in montibus nive coopertis ſole oriente naſcuntur.

Dico 2. Si magna vaporum copia ſimul addenſata in terram recidat, producendum ventum.

Probatur. Addenſatio halituum, eſt eorum reductio à majore ad minorem extenſionem, ſed non poteſt hæc fieri, quin aër vi gravitatis ſuæ ad ſpatium illud replendum accurrat, ergo quin fiat motio aëris, & conſequenter ventus. Addo quod pluvia dum cadit è loco ſuo, deturbat aërem, & conſequenter cauſat ventum in locis vicinioribus. Sæpe enim notavi in mari ventum ſpirare ab ea parte in qua pluit.

Dico 3. Non tantum vapores, ſed etiam exhalationes à vaporibus ſeparatas poſſe rarefieri, aërem loco pellere, & conſequenter ventum producere.

Probatur 1. à poſteriori. Textura nubium tenuior, exhalationeſque rubeſcentes, & fumidæ, ſunt ſignum futuri venti, ut jam notavi ſupra, ſed non indicarent ventum futurum, niſi poſſent rarefieri. Poſſunt autem facilius à ſole rarefieri, quam ſi craſſiores eſſent, & arcerent eius radios, nam dum tenuiores ſunt, totæ ſimul illuminari, & incaleſcere poſſunt.

2. Puto exhalationem calidam, & ſiccam ſibi ipſi relictam poſſe calorem ſuum intendere, & ignem concipere, notavique ſæpè diuturniores ventos incipere à fulgetro. Ita dum placide de nocte ab Inſula Naxo Chium navigaremus anno 1644 die 23. Decembris, vidimus fulgetrum ſine tonitru ad plagam Eſt-Nordeſt, ſeu ut vocant Græcolevante, Navarchus prædixit ventum validum ab ea plaga, qui de facto intra horam irruit, & per tres hebdomadas perduravit, quare ſi quæ facta eſt hujus materiæ rarefactio, à ſole non fuit cum de nocte inceperit.

3. Videntur omnes venti vehementiores originem ducere ab aliqua inflammatione, quæ in aliquo ſit ſimilis inflammationi pulveris.

Dico 4. In ea hypotheſi quæ vult vapores aſcendere, eò quod particulis aquæ adjungantur particulæ ignis, ita ut fiat aggregatum in ſpecie levius aëre, in ea inquam opinione aſſero facilè explicari, quomodo poſt pluvias generentur venti, nempe eò quòd dum vapor in aquam recidit, ab ea ſeparentur particulæ exhalationis, quæ liberæ agitantur, & per agitationem diſtrahuntur ab invicem, & rareſcunt.

Nonnulli volunt ſolam rarefactionem aëris ventum producere, eò quòd aër rarefactus alteri ipſi incumbenti & graviori cedat, id quidem crediderim, non tamen ut generetur ventus, ſed aër rarior aſcendat, gravior deſcendat, ut videmus accidere in liquidis diverſæ gravitatis. Secundò aër ita parum rareſcit, quia jam multùm rarus eſt ex ſua natura, ut hæc rarefactio vix poſſit ventum efficere.

Non poſſum quin referam Gaſſendi opinionem circa generationem ventorum. Vult enim ad eam tam vaporem, quam exhalationem concurrere, vaporem ſe habere quaſi per modum materiæ, exhalationem per modum formæ, hanc autem exhalationem ex ſalibus componit, vultque tantum ventorum impetum ex ſalibus oriri, qui cum irrequieti ſint, ut probat ex eo quod etiam vaſa terrea permeent, præcipuè vero nitrum, quod ſupra prunas poſitum agitationem concipit, & in flammam abit. Quare ſpiritus ſalium præcipuè vero nitri, ubi libertatem nacti ſunt aërem commovent, & quamvis initio motum lentum habeant, moventur tamen, & cum continuò urgeantur, motum concitatiſſimum concipiunt, præcipuè ſi confertiora ſint hujuſmodi corpuſcula: quare vapor excipit exhalationem eamque in partes minutiores dividit, ut aqua partes calcis exolvit, atque ita agitantur, & ventum cient.

Dico ultimò probabile eſſe cauſam ventorum, eſſe heterogeneam ſeu compoſitam ex diverſæ ſpeciei halitibus, metallicis præſertim nitroſis, & mercurialibus, cum vapore craſſiore admixtis. Ideoque cum nives reſolvuntur dum exſiccántur ſtagnantes aquæ, tunc maximè vigent venti, ſicut præ cæteris anni tempeſtatibus vere, & autumno. Prognoſticaque ventorum ab exhalatione petuntur. Procellæ item ut plurimum incipiunt in locis in quibus ſunt fodinæ, ut in montibus.

Venti nonnulli ex interioribus terræ viſceribus erumpunt, generantur autem dum innatus terræ calor metalla, mineralia, immò & vegetabilia coquit, hoc eſt maximam nitralium, mercurialium aliorumque volatilium ſalium copiam educit, qui ſpiritus ſi intra cavitatem aliquam coeant, ibique circumpoſito frigore addenſati fermententur, tunc ſeipſis rarefiunt aëremque circumpoſitum propellunt, coguntque per ſpiracula, & anguſtiores meatus egredi. Hujus modi ventum nonnulla antra & putei continuò expirant.

Quod in hujuſmodi cavernis facilè concipimus, in aëre cogitare poſſumus, ſive in hac infima regione in qua regionariæ illæ & leniores auræ naſcuntur. Sicut ros & pruina apud nos formantur antequam in nubem coaleſcant, tales ſunt venti qui naſcuntur circa auroram, circa flumina & aquas. In media verò regione vehementiores & diuturniores venti naſcuntur; præcipua enim ventorum prognoſtica ex alto petuntur. Sæpe enim jam in alto commotionem notamus antequam ad nos perveniat, ita ſtellas cadentes ſeu ſagittantes ſolito crebriores obſervamus, murmurque inſolitum percipimus. Poteſt igitur principium productivum motus ventorum aſſignari fermentatio, ſeu concoctio heterogeneorum ſpirituum, quæ fit dum acriores calidioreſque ſpiritus, à circumpoſito frigido coadunantur, mutuaque conjunctione auctis viribus caleſiunt, rarefiunt, aëremque propellunt. Accidet autem neceſſariò fermentatio quoties ignei, acidi, corroſivique halitus, circumpoſito corpore frigido coercentur, nam hac unione partium incaleſcunt, & tandem rarefiunt, & erumpunt, cujus exemplum luculentum habemus in fermentatione panis, & in multis aliis chymicis operationibus; ita ut fermentatio apud

Digitized by Google

ipſos tanquam unum ex præcipuis artis ſuæ principiis habeatur.

Nonnulli volunt hunc motum quaſi ad centrum ex circumpoſito frigore coercente, & ad circumferentiam per calorem alternatim per intervalla ſibi invicem ſuccedere, nempe nitrales ſpiritus dum dilatantur, ab invicem diſſilire, partim vero à circumpoſito frigore rurſus coerceri, & ad centrum compingi, ita ut ex alternata contractionis, & diffuſionis viciſſitudine oriatur illa interruptio, qua per vices ventus ſpiret. Sed licet cauſa motum in vento producens continuo curſu fluminis inſtar erumperet, in aëre tamen hanc alternationem produceret, ut explicabo poſtea.

Hæc ratio explicandi productionem ventorum primò in eo videtur commoda quod rarefactionem aliunde, quam à ſole petat, cum de facto ventos oriri videamus tam de nocte, quam de die. Dat item rationem cur cum media æſtate, & media hyeme venti non adeo ſæviant, cur in locis calidioribus, æquabilique & perpetuo calore ferventibus, venti vehementiores non ſpirent, tam enim nimium frigus, quam nimius calor fermentationem impediunt.

COROLLARIUM.

Ex his concludere potes ſolem non eſſe cauſam immediatam ventorum, ſed ſolum mediatam dum exhalationem, & vaporem educit, aut dum confert ad eorumdem rarefactionem. Hinc rationem reddes cur venti boreales & Auſtrales cæteris ſint frequentiores, quia nempe mutationes præcipuæ quæ accidunt in frigore, & calore, ſequuntur latitudinem terræ.

Poteſt recenſeri inter cauſas ventorum maris commotio, multi enim aſſerunt maris ebullitionem, & ſpirituum eruptionem ſæpe paulò ante ventum notari, dicendum igitur foret ex mari erumpentes ſpiritus etiam aërem commovere.

PROPOSITIO XIV.

Phyſica.

Plurima quæſtiones circa ventum.

Quæritur cur hyeme mare ſit procelloſum, ita ut nunquam ferè ceſſent venti, æſtate verò ſæpe ſit maxima tranquillitas. Saltem hoc experimur in zonis temperatis ut in toto mediterraneo mari, hyeme vix unquam ceſſat ventus, æſtate verò tranquillitas per plures dies perduret, unde triremes hyeme vix ſe audent mari committere.

Certum eſt vapores, & exhalationes hyeme viciniores eſſe telluri nec ita in altum evehi, ſicut æſtate, quare vel minima mutatio apud nos ventum producet, quæ in nubibus tantum contigiſſet, ſi altiores eſſent nubes. Secundò Hyeme plures ſunt vapores apud nos ut patet experientia in iis præcipuè regionibus quæ nunquam ſummo frigore rigeſcunt. 3. Venti mediterranei maris cauſas peculiares habent. Mons Athlas Lybicum efficit; Montes Armeniæ Græcum ſeu Nordeſt; Alpes & Appeninus Boream, & Pyrenei magiſtralem ſeu Noroueſt.

2. In genere dicere poſſumus ventum nec calidum, nec frigidum eſſe, ſed tantum ſpiritus calidos, aut frigidos regionum quas percurrit ſecum deferre. Venti meridionales calidi ſunt eò quòd ex zona torrida veniant, arentiaque Africæ loca percurrant. Boreales venti communiter frigidi ſunt. Smirnis tamen æſtate Aquilo calidiſſimus eſt, eò quòd Arenoſam Troados regionem prius percurrat. Venti marini æſtate ſubfrigidiuſculi ſunt, ſi nempe cum aëre æſtivo & calente comparentur. Hyeme verò calidi, eò quòd multos ſpiritus ſecum ferant. Ventus Orientalis ad oram Orientalem Americæ ſubfrigidus eſt, eò quòd marinus ſit, in ora Occidentali Africæ calidus, quod ſit terreſtris.

3. Quæritur cur ventus præcipuè verò Auſter interruptis vicibus ſpiret; nonnulli exemplum afferunt ampullam plenam aqua, quæ non continuo fluxu, eam profundit, ſed alternatim aërem admittit, puto tamen hanc operationem non multum ad inſtitutum conferre. Alia in exhalationum fermentatione reciprocum motum ad centrum, & à centro reciprocationem agnoſcunt, quam tamen non ita facilè probant. Ergo magis appoſitum exemplum proponam. Solent artifices qui organa Pythaulica conſtruunt, quam maximè poſſunt folles machinæ admovere, arculamque minimè capacem efficere, ne ſi canales ſpiritum ſeu ventum deferentes longiores ſint, non uno perennique curſu aërem ſubminiſtrent; ſed per interruptas vices. Ratio quia tunc aër ex follibus erumpens tantum aërem ante ſe poſitum propellere facilè non poſſit, potiuſque addenſetur, quam currat, atque adeò per vices condenſetur & fluat; hunc autem defectum facilè in fiſtularum ſono deprehendimus, cum eidem tono non inſiſtant, ſed nonnunquam altius evehantur, & per vices gravius inſonent.

Ad ſecundum quæſitum cum boreas ſit frigidior quam Auſter, validior eſt & firmior, minus etiam comprimitur, quare uniformius ſpirat, fluctuſque minores attollit, adde quod ex locis vicinioribus ad nos veniat. Adde quod totas ſuas vires ab initio exerat, nec vires acquirat eundo, quia frigore ſuo telluris poros occludit, exhalationibus exitum denegat. Auſter è contra cum tempore ſuo telluris poros aperiat, novis exhalationibus augetur.

Boreas communiter ſerenitatem inducit, Auſter caliginem & pluvias, quod tamen ex variis circumſtantiis, atque adeo univerſaliter verum non eſt. Nobis tamen Auſter humidus eſt, quod ex zona torrida veniat plurimaſque exhalationes, & vapores ſecum vehat.

Boreas nocturnus non diu ſpirat, quia cum communiter boreas ex liquatis nivibus ortum habeat, ſi nocturnus ſit, ex accidente tantum orietur, atque adeo diuturnus non erit.

Dici item poteſt Auſtrum nocturnum, cum à longè veniat, de die incepiſſe.

PROPOSITIO XV.

Phyſica.

De ventis provincialibus.

Ventos provinciales eos voco, qui in particulari aliqua regione ſpirantes, non longius evagantur, ſed brevi ſpatio coërcentur. Eorum originem ex variis circumſtantiis petere debemus, nempe ex vallium, aut ſinuum flexu, montium jugis,

Digitized by Google

gis, cavernarum receptaculis, fontium ſcaturiginibus. Nempe in vallium anguſtiis vapores ita conſtringuntur, ut in ventum relabantur. Secundò montes ulterius progreſſuros ventos in unam partem detorquent. Pariter inter montium anguſtias ventus vehementior, ut aqua ſub pontibus celerius decurrit. Ita in Alpibus in monte Ceniſio tam vehemens procella oritur, ut nulla fœdior in mari ſæviat.

Ex cavernis ſæpe peſtilens halitus expirat, ut in regno Neapolitano ſpecus Canis celebris eſt, cujus ſulphureus halitus non attollitur ultra unum pedem, ideoque canes enecet, homines ut pote altiores non attingat. Ad hos provinciales eos revocamus qui poſt pluvias oriuntur. In liguſtico mari ſævit lybicus, ex proximo Athlante, in Archipelago Syrius ex Libano.

In zona torrida perpetuus fere ſpirat ſubſolanus, in zonis verò temperatis major eſt varietas, cùm enim in iis major ſit caloris & frigoris viciſſitudo, major etiam erit ventorum inconſtantia.

In torrida frequentiores ſunt procellæ, quia nempe à ſpiritu inflammato & rarefactione ſubita oriuntur, quæ à calore vehementi oritur.

Adde quod halitus ex locis arentibus educti ferventiores ſint.

PROPOSITIO XVI.

Phyſica.

De Procellis, & tempeſtatibus.

Repentinos ſeu procelloſos ventos in fulminum claſſem retulit Ariſtoteles, eò quòd ſimili ferè modo generentur. Quatuor communiter eorum ſpecies recenſet, nempe Echnephiam, Exhydrian, Typhonem, & Præſteram. Ne autem ullus dubitationi locus relinquatur, notandum eſt quemcumque ventum vehementiorem in mari procelloſum cenſeri eò quòd in ordine ad naufragia idem præſtet, ac recenſiti, quamvis ejus origo à communium ventorum productione non diſcrepat, ab eaque tantum ſecundùm magis & minus differat. Echnephias communiter ita deſcribitur, Exhalatio copioſa ferè tota ſimul ex nubibus excuſſa, ſine gyro, & inflammatione.

Dico primò Echnophiam ita poſſe generari, Exhalatio intra vaporem incluſa, dum fermentatur, & frigidiore vapore coërcita adunatur, ſi de repente rarefiat, nubemque ſeu vaporem magna vi impellat, vocabitur Echnephias. Si talis exhalatio ſpiritu ſulphureo, & facilè inflammabili generetur in tonitrua, & coruſcationes accenditur,

Seneca egregie Echnephiam deſcribit, *Cum magna* (inquit) *inæqualitas & diſſimilitudo corporum, qua terrenus vapor emittit in ſublime eat, & alia ex his corporibus ſicca ſint, alia humida; ex tanta diſcordia corporum inter ſe pugnantium, cum in unum conglobata fuerint, veriſimile eſt quaſdam cavas fieri nubes, & intervalla inter ipſas fieri fiſtuloſa, & in modum tibia anguſta. His intervallis tenuis includitur ſpiritus qui majus deſiderat ſpatium, cumque everberatus curſu parum libero incaluit, & ob hoc amplior fit, ſcindit cingentia, & erumpit in ventum.*

Nonnulli Echnephiam produci volunt, quoties ventus in ventum irruit nempe ſuperior inferiorem impellit, & deorſum urget.

Tales Echnephiæ in Athlantici maris ea parte quæ inter Braſiliam & Africam interjacet, præſertim ad Promontorium Bonæ ſpei, ad terram di Natal, ad Guineam, & etiam ut audivi in Adriatico mari. Nempe cœlo ſereno nubecula, & interdum plures nubes atræ, & nigræ coire, & augeri videntur è quibus ſtatim prorumpit vētus, qui ſi in expanſa vela impingat, navim demergit. Quare ſtatim complicantur vela, donec primus impetus qui ſolus periculoſus eſt reſederit. Noto autem ex Maſeio, hujuſmodi Echnephiam alterius venti diuturnioris eſſe præcurſorem. Promontorio Bonæ ſpei mons aliquis adjacet, non in apicem deſinens; ſed in planitiem exporrectus, quam nautæ propterea menſam vocant. Cœlo ſereno nubecula ex ea erumpit, quæ propter parvitatem oculus bovis dicitur, hæc augetur menſamque ſternit, tum periculoſus ex ea Echnephias erumpit.

In Delphinatu mons eſt, in cujus vertice lacus, è quo omnes illius oræ procellæ ducunt originem. Univerſaliter ergo quoties fit mutatio, aut unius anni tempeſtatis, in aliam, aut unius venti in alium, vapores aut exhalationes intercurrentes, aliquam vim & patiuntur, & inferunt.

Procella quæ Exhydrias dicitur, à ſuperiori differt, quod præterea pluviam & aquam impellat. Id autem accidere videtur, quoties exhalatio intra vaporem proximè in aquam mutandum includitur, ideoque à nonnullis vocatur fulmen aqueum. Ex eo forſitan nata eſt communis opinio, aquam maris à nubibus attolli, & exſugi, eodem modo quo in ſyphonibus communibus, aut in Archimedis ſpira aqua aſcendit. Vidimus enim aliquando nubeculas, quæ quaſi oblongo collo è ſublimi maris ſuperficiem attingerent: ab his nubibus aquam maris attrahi exiſtimant nautæ, & ſæpè ſortilegiis, & incantationibus utuntur, ut hanc peſtem à navibus avertant. Cum tamen nullus author alicujus nominis de iis loquatur, nullumque appareat hujus aſcenſus aquæ principium, inter fabulas hunc effectum referam: quamvis ego ipſe tales nubes aliquando viderim, & teleſcopio ſpectarim, ſi forte aliquod aſcendentis, aut relabentis aquæ appareret indicium.

Typho duplicem habet ſignificationem. Aliquando enim ſumitur pro vento vehementiori, circulariter decurrente, quod duobus tantum modis accidere exiſtimo, vel quia in alium ventum obliquè incurrit, à quo in orbem agitur, vel quia in promontorium, aut montem illiſus reflectitur, ut in angulis ædium ſæpè accidere videmus.

Nonnulli ad Typhonem Ouraganum revocant, quamvis ſit omnino diſſimilis. Frequens eſt in Orientali Oceano, In mari Sian, Chinenſi, & Japonico, in Mexicano ſinu. Is ex Occidentali plaga erumpens ſpatio 20 horarum, ab omnibus horizontis plagis ſpirat. Cumque fluctus modo in unam partem, modo in aliam impellat, hic arietantes in ſe invicem certam navibus perniciem afferunt. Autumno præcipuè hæc peſtis furit.

Prudentiores Navarchi hæc maria fugiunt, Ita vidimus Hollandicæ Claſſis Præfectum Ruyter cum anno 1674 in Inſulas Antillas ditionis Gallicæ excenſionem feciſſet; poſt ingentem acceptam ſuorum militum cladem, cum nullum portum occupare potuiſſet, non eſt auſus longiorem in hoc mari facere moram, ne autumno adventante totam claſſem Ouraganis exponeret. Hæc tempeſtas videtur eſſe conflictus borealium, & auſtra-

lium, qui viciſſim per intervalla ſpirent, & à contrariis cohibeantur. Inter procellas communiter Præſterem recenſent, qui licet venti impetum habeat, accenſionem tamen dicat. Differt autem à fulmine, quod fulmen modicam, præſter majorem accenſionem importet, quæ forſitan non in ipſa nube, ſed prope terram contingat. Quia tamen nullum audivi qui talem procellam viderit, nihil dicam ulterius.

PROPOSITIO XVII.

Phyſica.

De Eteſiis ſeu anniverſariis ventis.

Anniverſarii venti à Græca voce ἔτος annus, Eteſiæ dicuntur. In Græcia Eteſiæ à Septentrione, in aliis locis ut in Provincia Eteſiæ ab Occidente ſpirant, *le vent ponenteſque.*

In Gaſconia ab Auſtro, quia nempe Pyrenei ipſis ſunt ad Auſtrum.

Eteſiæ Aquilonares ſunt venti boreales, paulò poſt ſolſtitium æſtivum in toto Archipelago per 40 dies ſpirantes ab hora diei tertia uſque ad noctem, propterea que ſomniculoſi dicuntur, quod tardius ſurgant.

Cauſa hujuſmodi communiter in ſolutas nives refunditur. Sed movetur difficultas cur initio veris non oriantur, cum fit maxima nivium reſolutio. Aliqui dicunt quod initio veris colliquatio nivis, intra tres aut quatuor dies perficiatur, nempe in Zona temperata, quare non oriuntur hi venti, niſi colliqueſcant illæ glacies induratæ, quæ ſunt in Zona glaciali. Hæc tamen ſolutio non ſatisfacit, quare non puto ex ſolis nivibus ortum ducere, quæ cum in Zona frigida toto die illuminentur toto die colliqueſcerent, ſeu dum noctem habemus. Quare puto cum omnia ferveant in Zona temperata, lenem auram poſt aliquas horas ex Thracia aliiſque locis enaſci poſſe, quæ ſimul cum ſole ponat, eo modo quo diximus in troade ſingulis ferè diebus, ventum Orientalem ſpirare.

In Italia, aliiſque locis vicinis non vigent, eo tempore, eò quòd diſpoſitio montium eos arceat, aliò dirigat, aut ita prohibeat, ut regiones prætervolent.

Nonnulli Eteſiis inundationem Nili tribuunt, ſed malè, cum aliis temporibus ſpirent venti boreales, vehementiores Eteſiis, qui tamen nullam inundationem in Nilo producunt. Conceſſerim quidem ſi quo tempore Nilus inundat, ſpirent Eteſiæ, qui eius aquas remorentur, quod inquam ad majorem inundationem augendam, nonnihil conferant.

Sunt & alii Eteſiæ Auſtrini, uno circiter menſe ante Æquinoctium ſpirantes, eò quòd nix ſi quæ cecidit in Inſula Creta ſolvatur.

In ea parte Oceani quæ inter Africam, & Americam in Zona torrida jacet, boreas ſpirat menſibus Octobri, Novembri & Januario.

Venti Auſtrales ſpirant menſe Julio, ad Promontorium Viride, eſtque illius regionis hiems.

Ad Promontorium Bonæ ſpei menſe Septembri ſpirat ventus Nordeſt.

In India Orientali versùs Patana pluvii menſes ſunt, November, December, Januarius, eſtque tunc hyems.

Ad Inſulam Sumatram motiones, ſeu mutationes accidunt menſe Novembri, & Decembri.

Ad Inſulam Mayo in Azoribus Auſter incipit cum pluviis ſub finem Auguſti.

In regno Congo venti Nord, Nordoueſt, & Oueſt à medio Martio ad Septembrem ſpirant, & à menſe Septembri ad Martium, Sud Sudeſt, Eſt.

In Oceano Orientali, nempe qui inter Africam & Indiam Orientalem interjacet, immò uſque ad Molucas, motio quæ ab Oriente ad Occidentem fluit, incipit menſe Januario; totoſque ſex menſes perſeverat, mutationes quæ accidunt menſe Junio, quo procellæ maximè ſæviunt.

Ad Oram Cochinenſem Noroveſt ſpirat menſe Martio, quo Malacam navigatur.

Ex Malabar in Perſidem, & Arabiam menſibus Januario, Februario & Martio navigandum eſt.

Venti boreales continuò ſpirant in regno Guzarata à Martio ad Septembrem, & Auſtrales à Septembri ad Martium.

Venti Occidentales ponunt ad finem Martii, versùs inſulam Banda, & menſe Aprili mutationes accidunt, & Malaciæ menſe Aprili, Orientales incipiunt menſe Maio.

Circa decimam quartam diem Martii, venti Oueſt, Sudoueſt incipit ad inſulam Ceylam, deſinitque in Sudoueſt ſub finem ejuſdem menſis, perſeveratque ad Octobrem, quo ipſi ſuccedit Nordeſt ad Martium.

A Mozambico ad lineam uſque Sudeſt ſpirat menſibus Maio, & Junio & Sud Sudoueſt à linea Goam uſque.

In ſecundo gradu latitudinis borealis ad Oram Guineæ à 20 Aprilis ad 5 Maii in alto mari Spirat Sudeſt.

A decima quinta Aprilis ad finem Maii ventus Nord, vel Noroueſt ſpirat in Inſula Madagaſcar, & Sud Sudoueſt Februario, & Martio, venti Nord & Nordeſt ſpirant Martio & Aprili inter inſulam Magdagaſcar, & Africam.

In Oceano Bengalico ventus Sudeſt vehementius ſpirat à 20 Aprilis, ſed antecedit Nordoueſt, vel Sudoueſt.

Navigatio Malaca Macaum inſtituitur Septembri, Octobri, Novembri quibus ſpirant Sud, Sudoueſt, & Sudeſt. Ventus Occidentalis ſpirat menſe Junio, & Julio prope Chinam.

Ad initium Maii ventus Oueſt ſpirat ad inſulam Java, propitius ut in Sinas navigetur.

Menſibus Junio, & Julio ventus Orientalis adſpirat navigantibus à China ad Japoniam.

Menſe verò Februario & Martio navigatur ex Japonia Macaum; venti enim Eſt & Nordeſt eo tempore ſpirant.

Navigantibus ex China, aut Philippinis ad Mexicum, aut Indias Orientales adſpirant venti Oueſt, & Sudoueſt menſe Junio, Julio & Auguſto hi venti lenes ſunt, versùs plenilunia vehementiores ſunt. Vitanda eſt Zona torrida.

Inter Japonas & Liampo ventus Occidentalis ferè continuus eſt, ad oram verò Occidentalem novæ Hiſpaniæ in mari Pacifico venti terreſtres de nocte ſpirant, marini vero de die.

Quicumque navigationem inſtituit, debet diligenter inquirere de ſtatis regionum ventis, & diaria revolvere. Id enim utiliſſimum eſt nauclero.

PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO XVIII.

Tempus variis navigationibus aptum.

Ut ex Lusitania Goam eatur à 4 Aprilis ad 12 solvendum est, ut perveniatur Septembri mense. Hollandi solvunt initio Maii.

Iidem ut Jocatrâ redeant in Hollandiam proficiscuntur circa Natalitia, satius est proficisci initio Martii, ad vitandas malacias.

Cavendum est ne fluxus maris navim abripiat ad littora Guineæ, nam plaga hæc morbos generat, si quæ alia in toto orbe.

Reditus inchoandus est Decembri, aut initio Januarii, ad superandum promontorium initio Maii.

Diepenses ut ad Mare Rubrum navigent, initio Januarii proficiscuntur.

Ut eant in Groenlandiam ad piscationem Cætorum eunt mense Martio, redeunt Octobri. Ut eant ad promotorium Nord in America, proficiscuntur sub finem Martii, redire incipiunt mense Augusto.

Ad eundum Ormusia Goam, proficiscendum aut 15 Aprilis, vel 25 Dec. Goa Malacam proficiscendum à 15 ad finem Septembris. Ut venias Malacam sub finem Octobris.

Malaca Goam decimo Februarii, qui proficisceretur mense Maio non appelleret Goam.

Ex Japonia in Indiam Octobri.

Ex Japonia Sinas mense Martio.

Goa aut Cochino in Japoniam sub finem Aprilis, eundumque priùs Malacam, expectandique Mousonii. Malaca Macaum expectandi alii venti. Eundo redeundo impenduntur fere tres anni.

Cochino in Lusitaniam Januario, & Februario.

Hispali in Indias Occidentales Aprili. Reditus Septembri.

Ex Gallia ad Canadam sub æquinoctium vernum. Reditus mense Septembri.

Ad eundum Spisberch Hollandi profecti sunt 18 Maii.

Ad eundum ad Insulas promont. Viridis, potest legi littus Africæ, immo & singulis noctibus potest demitti anchora, omnia enim promontoria sunt satis secura.

Quod pertinet ad Indias Orientales, quia hyems incipit sub finem Aprilis, saltem à Cambaya ad promontorium Commorini & multum pluit, ita ut pluviæ ad ostia fluviorum arenam deferant, obstruuntur omnino. Adde quod pluvia cordas omnes putrefaciat, & corrumpat. A promotorio autem Commorini æstas est, dum Goæ est hyems.

Gallia ad Brasiliam aut Mexicum descendendum est secundùm littus Africæ, usque ad tropicum, ubi invenitur ventus Orientalis ferè perpetuus. In reditu autem ascendendum secundùm littus Americæ, ad 35 gradum elevationis borealis.

Ex Nova Hispania ad Philippinas descendendum usque ad 10 latitudiuis australis gradum, ad inveniendum ventum Orientalem.

PROPOSITIO XIX.

Theorema.

Signa mutationis temporis.

Quoties cœlum serenum, rubeum est; portendit ventum.

Dum cœlum serenum est ad plagam Orientalem, nec tamen incaluerit, signum est serenitatis in sequentem diem.

Si ante solis ortum, videntur ex parte Orientali, nubes raræ, signum est venti.

Si ante solis ortum apparent ex parte Orientali nubes densæ, & rubeæ; signum est pluviæ, & quò densiores erunt nubes, hoc signum minus fallet.

Si sol oriens, aut occidens splendorem clarum habeat, signum est serenitatis pro toto die, aut nocte. Si verò solis orientis, aut occidentis discus fuerit discolor, aut rubeus, portendit ventum.

Sol oriens pallidus tempestatem indicat.

Dum sol oritur, si nubes ad Occidentem feruntur signum est serenitatis.

Si ante solis ortum videantur ejus radii, signum est pluviæ & motus maris.

Si radii solares in ejus ortu non splendeant, nec tamen solem nubes ambiant, signum est pluviæ.

Si solis discus duplicem ostendat rotunditatem, tempestatem vehementem infallibiliter indicat.

Si sol oriens, medium tantum discum ostendat, signum est venti orientalis.

Si ad plagam Occidentalem nubes rubeæ fuerint; signum est serenitatis in sequentem diem, si virides fuerint & inflammatæ pluviam, si nigræ, & rubeæ fuerint pluviam & ventum.

Si ad plagam Occidentalem videatur circulus subalbicans, tempestatem indicat in sequentem noctem.

Si Luna oriens splendida fuerit, signum est serenitatis.

Si rubet ventum indicat, si obscura est pluviam, si ruborem admixtum habet, obscuritati tempestatem portendet.

Si Luna nova tantum quarto die apparet, pluviam, & tempestates in totum mensem portendit.

Cum Lunæ discus splendidus erit, serenitatem indicabit.

Si quarto die Luna non rubuerit, nec cornua obtusa habeat, maris tranquillitatem cum serenitate denotabit.

Si eodem die acuta habuerit cornua & sine maculis fuerit, signum erit totum mensem pluviosum non fore.

Si 16 lumen Lunare flammeum fuerit; signum erit tempestatis.

Si splendeat serenitatis.

Si rubeat venti.

Si obscura fuerit pluviæ.

Si nubibus circumdata fuerit; ventum indicabit ex eâ parte, quâ ex nubibus egredietur.

Si duo circuli lunam plenam ambiant; timenda est tempestas, multò magis si, tres etiam si interrupit esset.

Luna nova periculosa est navigantibus, timent nonnulli quintum & sextum, quia plerumque illis diebus tempestates accidunt.

Notandus est ventus qui spirat in novilunio, si enim perseveret usque ad tertium diem; perse-

Digitized by Google

verabit uſque ad 12. idem erit de plenilunio, ſi enim ventus qui ſpirat in plenilunio ad 18 diem perſeveret, ad 27 uſque ſpirabit, ſed ſi detur alius ventus intermedius, alternis vicibus ſpirabunt; pluries tamen qui tertio die, Idem dicendum de pluvia, & ſerenitate.

Si ſtellæ de repente ſplendorem amittant nec tamen nubes appareant, ſignum eſt tempeſtatis.

Si nonnullæ ſtellæ ſolito majores appareant, ſignum erit venti ab ea plaga ſpirantis.

Quoties ſtellæ multæ cadunt, ſignum eſt venti.

Cum plurimæ ſtellæ hoc modo feruntur, ſi in eandem partem moveantur venti ab ea plaga ſpirabunt, in quam feruntur, ſi verò nulla lege moveantur inconſtantem ventum indicabunt.

Dum nubes in vertice montium adunantur, ſignum eſt tempeſtatis.

Si dum nullæ ſunt nubes in vertice montium, manè audiuntur tonitrua; ſignum eſt venti, meridie pluviæ.

Cum nubes ex montibus in valles deſcendent ſignum eſt ſerenitatis.

Dum videntur duæ Irides ſignum eſt pluviæ.

Sola Iris, à parte meridionali magnam pluviam, ad orientem ſerenitatem, ad occidentem tonitrua, & pluviam.

Dum æſtate tonitrua majora ſunt fulgetris, indicant ventum ab ea parte quâ tonat, ſi è contra fulgetra majora ſint tonitru, pluviam.

Quando cœlum ſerenum tantum ad occidentem, ſequenti die pluvia erit.

Si fulgetra videntur tantum ad plagam ſeptentrionalem, ſignum eſt venti.

Si ad meridionalem, ſignum erit venti, & pluviæ ab ea parte.

Dum flamma ignis pallida erit, fundeturque cum murmure, ſignum erit tempeſtatis.

Cum flamma lucernæ ſcintillabit, ſignum erit venti Auſtralis & pluviæ.

Dum flamma lucernæ non aſcendet rectà, ſignum erit venti, & pluviæ.

Prunæ ardentiores ſolito, ventum ſignificant.

Dum tempore pluvio, flamma lucernæ quieta erit, ſine ſcintillis, ſignum erit ſerenitatis.

Cum Ellychnium lucernæ optimo oleo inſtructæ, clavum, ſeu fungum efficiet ſignum erit pluviæ.

Cum æſtate manè, & veſperi; hyeme verò, quocumque tempore, ſolito incaluerit, ſignum erit pluviæ.

Dum mari tranquillo audietur murmur aliquod, ſignum eſt tempeſtatis.

Pariter dum mari tranquillo videbitur pluribus in locis ſpuma; ſignum erit tempeſtatis diuturnæ. Idem dicendum dum videbuntur bullæ, vel aſſurget idemtidem mare, vel magnus ad petras ſonitus, magni erunt venti.

Dum fluctus maris æquabiles, & longos arenæ tractus formabit, expectanda pluvia.

Dum mare nigreſcet ſignum eſt pluviæ.

Dum in portu tranquillo audietur murmur, indicat ventum.

Dum ſilices humidi erunt indicabunt pluviam, ante tertium diem futuram, idem dicendum de parietibus, de ſale.

Quando aves aquaticæ ſuper aquas jocantur, ſignum erit pluviæ, & tempeſtatis.

Quando Galli & Gallinæ in pulvere volutantur, pluviam portendunt.

Si unum in locum congregantur, ſignum erit pluviæ copioſæ, non tamen diuturnæ.

Cum muſcæ, pulices pungunt, ardentius, & frequentius ſolito, ſignum eſt pluviæ.

Cum formicæ ova ſua extrahunt ut ad altius foramen deferant, ſignum erit pluviæ, è contra ſi è foramine altiori, ad humilius tranſvectent, ſignum erit ſerenitatis.

Dum talpæ frequentius ſolito ſolum impellunt & attollunt; ſignum eſt pluviæ.

Cum oves & capræ ad paſtum ſunt ardentiores, ita ut non ſine reniſu ad caules regrediantur; ſignum eſt tempeſtatis.

Dum ranæ coaxant ultra modum, ſignum eſt pluviæ.

Dum bos mordet anteriorem pedem, ſignum eſt tempeſtatis.

Dum Aſinus movet caput & aures niſi à muſcis id procedat, intra 24 horas aderit pluvia.

Dum paſſerculi ſe inclamant; ſignum eſt pluviæ, aut mutationis venti.

Dum canes volutantur, & pedibus anterioribus ſcalpunt, niſi ſint canes venatici ſignum erit tempeſtatis.

Boreas exſiccat, & Auſtrales humectant, quoties igitur pedes ſudant, vel vulnerata membra dolent, indicatur Auſter.

Cum campanæ ſonus eſt acutior, & à longe auditur, nec tamen à vento oritur, ſignum eſt pluviæ.

Dum manus ſunt aſperiores ſolitum eſt ſignum pluviæ.

PROPOSITIO XX.

Theorema.

De vi quâ ventus naves impellit.

Satis ſuperque nota videtur eſſe vis illa, qua ventus naves impellit, nempe ventus in Carbaſa incurrens, navim etiam in aquis natantem, & mobilem impellit. Video tamen nonnullos in re valde facili malè raciocinari, qui volunt ideo ventum majores vires habere, quod per poros telæ ſeſe inſinuet, atque adeo exiſtimant, quod vela ſi cera obducerentur, aut ex panno fierent, eſſent ad navigationem inepta, & propter eandem rationem quod vela madida ineptiora ſint; quam ſicca. Qui talia ſcribunt id ex ſuo ſenſu, nulla nixi experientia ſcribunt. Certum enim eſt telam craſſiorem ad conficienda carbaſa aptiorem eſſe, non tantum ad firmitatem, ſed etiam ut confertior evadat, ideoque in multis locis adhibetur tela mixta ex cannabe, & goſſipio; ubi vero ſatis craſſa non eſt, duplex adhibetur, ut notavi in navi Anglica, quæ ideo ſocias longo intervallo antecedebat, quod velum majus duplici tela conſtaret.

Solent item Provinciales nautæ dum pyratas fugiunt, madefacere vela, ut poros obſtruant, velociuſque currant.

Quod verò dicunt nonnulli ventum per poros velocius currere, id quidem crediderim, ſed non propterea majorem impulſum efficere, immò verò minorem.

PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO XXI.

Theorema.

Velificatio.

Conſtat experientiâ, quò altiora ſunt vela, hoc eſt, quò Antenna magis attollitur in malo, eò curſum navigii, velociorem eſſe, atque adeò majores eſſe vires ejuſdem venti, incurrentis in carbaſa altiora quàm in demiſſiora; unde prima quæſtio decidenda erit, an id proveniat ratione vectis, an ex alio accidenti.

Aſſero igitur altioribus velis ventum potentiorem eſſe ad inclinandam & evertendam navim, quia aqua cui navis innititur, habet rationem hypomoclii, malus rationem vectis, ventus potentiæ; navis ſecundùm eam partem quæ attollitur, dum alia deprimitur rationem ponderis: neque video ullam difficultatem, nam in hoc motu inclinationis, quò longior eſt malus, aut vela magis attolluntur, eò potentia ſcilicèt ventus in vela impingens, magis movetur, & majus ſpatium emetitur, eâdem navigii inclinatione perſeverante. Nam exactè obſervatur principium commune, & univerſale, augmenti potentiæ, quod plus movetur, plus movet ſeu majores habet vires ad movendum.

At verò reſpectu motûs, quò currit navigium, non videtur obſervari ratio vectis, neque enim ſi duplò ſint altiora vela, ventus propterea duplò majores habent vires. Ratio hujus rei eſt, quia tunc tantùm obſervatur ratio vectis quæ augeat vires potentiæ, quando augetur illius motus ſupra motum ponderis, ſed ventus impingens in malum, tantumdem movetur quantùm navigium, in quâcumque mali parte ſtatuantur vela; igitur ex eo capite, non augentur eius vires. Neque enim recurrendum eſſet ad exceſſum circuli majoris, quem circa centrum mundi deſcribit, ſupra circulum à navi deſcriptum, hic enim exceſſus ita parvus eſt, ut illius nulla ratio ſit habenda. Quod explico alio exemplo. In medio currûs excitetur malus, trahaturque ab equis currus ex diverſis partibus illius mali, haud dubiè in ordine ad disjiciendum & evertendum currum, major erit equorum virtus, quò funis altiori mali parti annexus erit, in ordine autem ad trahendum currum, non fient potentiores equi, quia ſemper æquale cum curru iter conficiunt, ſi enim aliter res ſe haberet, haud dubiè, currus omnes malo inſtruendi eſſent, ut uno equo poſſent trahi; etiam dum cogimur tres, aut quatuor adhibere.

Alia igitur cauſa quærenda eſt, nempe ventus tenui licèt aura conſtans, aliquam tamen partium unionem, aut contiguitatem habet, ita ut ſi alicubi ſiſtatur, vicinæ partes nonnihil de ſuo motu deperdant, & quæ erunt remotiores, minùs etiam de ſua celeritate remittent. Cum igitur ventus incurrat in maris ſuperficiem quietam & difficile mobilem, ſiſtitur aliquantulum eius celeritas, unde remotiores à mari partes, minùs ſiſtentur. Adde quod omnis motus impreſſus rectus eſt, ex quo fit ut maris protuberantia, (nam etiam in orbem flectitur eius ſuperficies ut diximus) facit ἀπαύξησιν, ſeu bonaſſam, hoc eſt impedit motum illum directum. Ventus igitur, quò erit altior, eò celeriùs feretur, & conſequenter majorem impetum imprimet, & hanc nautæ rationem afferunt, nempe altiora vela ventum excipere meliorem, quod voce Gallicâ meliùs ſonat, *le Vent plus frais.*

PROPOSITIO XXII.

Theorema.

An ventus poſticus obliquo ſit optabilior.

Quicumque per aliquos dies in mari navigaverit, notaverit etiam non tantum vento à puppi flante, ſeu vento omninò propitio, quem hic vocabimus poſticum, iter peragi poſſe, ſed etiam ventis obliquis ut plurimum utendum eſſe, vocant Galli, *Vent de derriere*, alii verò valde obliqui dicuntur, *Vent de quartier.* Quæritur ergo an optabilius ſit ventum poſticum habere, quam tantiſper obliquum. Cui quæſito ut ſatisfaciam diſtinguendum puto, vel enim navigium unico malo inſtructum eſt, vel pluribus: ſi unico, ventus poſticus cæteris paribus erit optabilior, faciliuſque aquam dividet, eò quod directè navigium impellat.

Si verò pluribus malis inſtructa ſit navis, ut sût cõmuniter longiores quæ quatuor habent, nempe decem vela, tria in quolibet malo medio, & duo in quolibet extremo, & nonnunquam 14, cùm vela non poſſint ita conſtitui, quin aliqua jaceant in directum, cum aliis, ſecundùm navis longitudinem dum ventus erit omnino poſticus, prima quidem vento expoſita, eum excipiunt; ſed reliquis in prora poſitis ita ſuffurabuntur ventum ut maneant affixa malo, ſintque inutilia. Et dicuntur ea vela malum verberare, *les voiles battent*, eò quòd idemtidem malum ſuccutiant. Vento verò tantiſper obliquo, vela omnia diſtenduntur & operantur, & longior venti tractus in vela incurrit, optabilior igitur eſt ventus diſtans à poſtico gradibus 45, quam poſticus ipſe propter rationem allatam.

PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

Quot venti obliqui ſint utiles.

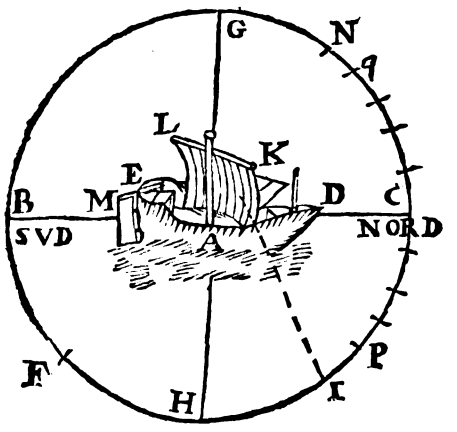
Mirabile videtur ut duæ naves eodem vento, in oppoſitas partes ferantur, & in ſe invicem incurrant, ita ut flante verbi gratiâ borea navis una in Orientem, altera in Occidentem plenis velis decurrat. Narratur de Andrea de Auria, qui cum in lacu majori vento obliquo navigaret, tantam nautis hujus lacus, qui vento tantum poſtico uti conſueverant ſui admirationem movit, ut magus habitus ſit. Id autem modò explicandum ſuſcipio.

Suppono primò cum tota difficultas, quæ in motu navi imprimendo occurrit, ex aquæ reſiſtentia oriatur, facilius impelletur, ſi directè ſecundùm lineam à puppi ad proram movenda ſit, quam ſi tranſverſaliter curſum inire cogatur; ejus enim figura multùm ad ejus celeritatem confert. Ideo enim roſtrata eſt navis, ejuſque latera ſenſim in orbem inflectuntur, ne in aquam directè incurrant, ſed eam leniter ad latera detorqueant. Multò difficilius movebitur, ſi tranſverſim, & ſecundùm

Digitized by Google

ſecundùm ſuam latitudinem impellatur, eò quòd ad majorem diviſionem majoremque circulationem cogenda ſit aqua; ſi enim figura tantum poteſt in hac materia, ut propterea nonnullæ naves eodem tempore, & vento duplum ſpatium emetiantur, lentè admodum movebuntur quæ tranſverſalem motum efficient.

Notandum item naves nimium planas, & quæ longitudine convenienti carent, ut Saïquæ Turcicæ, vento obliquo omnino obſequi, ita ut nullo vento reſiſtant; ſed facilè abripiantur.



Dico ergo navim bene compoſitam uti poſſe 22. plagis, ſeu Rumbis, ita ut 9 aut 10 ex triginta duobus illi evadant inutiles. Supponatur enim navis A ad boream procedere dico ad hoc ut huic inſiſtat eſſe tantum inutiles rumbos à quarta Nordeſti cum Eſt, ad quartam Noroveſti cum Oueſt, nempe undecim; immò poſſunt à perito hi rumbi nominati uſurpari, ita ut modo ventus à rumbo ad quem dirigitur navis, diſtet pluribus, quam ſex punctis, non erit inutilis. Ratio hujus praxis nititur reſiſtentiæ aquæ motui navis tranſverſali ita ut facilè determinetur ad modum antrorſum. Poſſunt autem ita carbaſa detorqueri, ut cum ſpina angulum graduum 45 contineant, quare ſi ventus diſtet à rumbo pluribus quam 45 gradibus verbi gratiâ 56 gradibus, adhuc in carbaſa incidet, & motus obliquus facilè in rectum movebitur. Quo autem major erit difficultas ad motum tranſverſalem hæc mutatio faciliot evadet.

Vidi navim quæ vento literali nullo modo reſiſtebat, ſed omninò in latus abripiebatur, hæc tamen adhibita ſecundaria ſpina reddita eſt optima. Ex quibus concludo aberrationem, qua naves obliquè in latus impelluntur multum à figura dependere.

Si ventus fuerit omnino anticus, non propterea ſiſtendum eſt, ſed per anfractus, & vias obliquas procedendum erit, ſeligenduſque Rhombus propoſito maximè vicinus.

PROPOSITIO XXIV.

Problema.

Quid agendum in Procellis.

Quoties ventus ingruit vehementior ſæviuntque procellæ. Primò altiora carbaſa demittuntur, ut ſunt Pſitaci; ſi verò augeatur procella, carbaſa carcheſii, inferiora tantum uſurpantur, nempe præcipuum, & myceni. Ingruente magis procella, omnia carbaſa complicantur, demittuntur antennæ, & firmiter lateribus navis annectuntur, demittuntur item mali ſuperiores, atque ita navis vento permittitur. Quoties autem fluctus ita attolluntur, ut periculum ſit ne puppin dejiciat, obliquatur nonnihil navis, quærendus eſt aliquis portus, aut ſtatio ſi occurrat.

Quia tamen moleſtum eſt navim fluctibus permittere, optimum eſſet ſi velum aliquod, parvum licet, expanderetur, & ne navis longius abriperetur, ſeu longius iter emetiretur, jaci poſſet anchora quæ licet fundum non attingeret, navim tamen remoraretur.

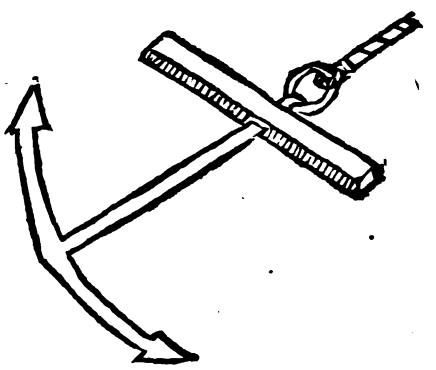
Novum inventum tacitus præterire non poſſum. Dominus Caſe Lugdunenſis cum notaſſet fluctum longe differe ab Euripis, ſeu currentibus, quod in fluctu aqua tantum attollatur, & deprimatur, ut facilè notare poſſumus injecto in aquam ligno, quod cum fluctu ita librabitur, ut intra horæ quadrantem vix aliquibus paſſibus promoveatur. Exiſtimavit quod ſi in aquam demitteretur in mare antenna ſuo velo globis æneis ad partes inferiores onuſto inſtructa, ita ut navis ſecum veheret aquam hoc velo comprehenſam, exiſtimavit inquam ſiſtendam fere navim, etiamſi velo uteretur. Cumque id ſæpius in naviculis eſſet expertus unum animadvertit de quo ante non cogitarat, nempe circa navim eſſe fere tranquillum mare, eò quòd aqua hoc velo contenta, cum vicina contigua non eſſet, & vim fluctuum infringeret.

PROPOSITIO XXV.

Problema.

De Anchorarum uſu.

Notus eſt anchorarum uſus, ut navis in ſtatione detineatur, & ne vi ventorum abripiatur, quæ etiam in optimis portubus adhibendæ ſunt, ne naves, quæ ſummè mobiles ſunt, ad quemlibet minimum auræ flatum in littora illidantur. In alto mari, dum aquæ profunditas 40 aut 50 exapedas ſuperat, anchoræ ſunt inutiles, niſi forte ad æquilibrandam navim, neque enim tunc ullum morſum habent, debet enim trahi an-



chora ad aliquam diſtantiam, quaſi per angulum graduum 45 ut inſigatur, ſi enim ex loco ipſi perpendiculariter impendente educatur, morſus eximitur. Anchoræ 4 brachiorum tignum adjunctum non habent, quia eæ quomodocumque decidant, uncus aliquis in terram incidit. Anchoræ verò duorum brachiorum tignum ſeu axem ad planum

planum brachiorum perpendicularem habent, qui eum horizontalem ſitum habeat, unum ex uncis ad terram dirigit.

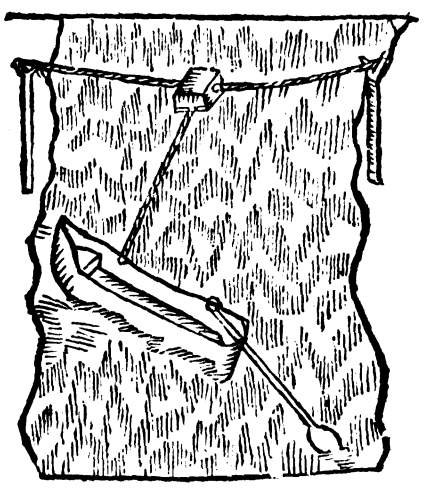
Quamvis dixerim vix jaci anchoram, dum aquæ profunditas major eſt 40 aut 60 exapedis, ſcio tamen mioparonem bellicum, claſſis Gallicæ deprehenſum in ſinu quem vocant Leonis, ſeu versùs oram Barcinonenſem, cum periculum adiret naufragii, anchoram ad majorem profunditatem, junctis ſimul duobus, aut tribus rudentibus jeciſſe. Quo enim longiores ſunt rudentes eò melius navim in ſtatione detinent; cum enim longitudine ſua cedat vento, antequam tendatur, & vim anchoræ faciat, remittitur vis venti.

PROPOSITIO XXVI.

Problema.

Fluvium ſine ulla remigatione tranſmittere.

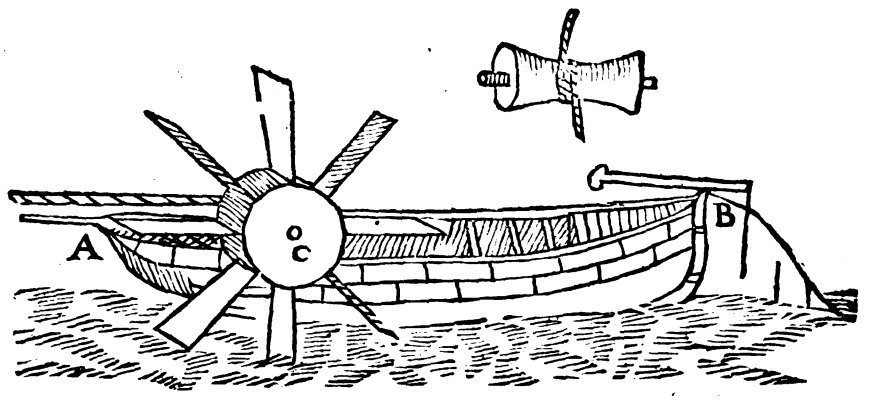
Antequam navigationis difficilioris principia explicarem volui iſta præmittere, quæ omni navigationi communia eſſent, vel quæ ad fluviatilem pertinerent. Et primò occurrit modus facilis tranſmittendi fluvium ſine ulla remigatione, primò tendatur funis ab uno fluminis littore in aliud qui funis ſit ſatis altus, ne deſcendentibus ſecundo fluvio naviculis officiat; hic funis inſeratur ligno, variis trocleis inſtructo, ut facilè per funem currere poſſit. Huic ligno alius annectitur funis, ad quem navicula religatur, non quidem ad proram, ſed ad latera, ut figura ſatis exprimit; in eo enim totum artificium poſitum eſt; nempe ut obvertat unum latus flumini; nam hoc pacto aqua impellens latus, naviculam ad ripam transferet, & troclea trahetur à navicula. Cum verò regrediendum erit, ad aliud naviculæ latus funis illigabitur, & ipſe fluminis curſus naviculam in alterum littus transferet quod totum nulla aliâ indiget demonſtratione.



PROPOSITIO XXVII.

Problema.

Adverſo Fluvio ſine velis, ſine remis, ſine ullâ animalium tractione navigare.



Hæc propoſitio paradoxa videtur, veriſſima tamen, & uſu & experientiâ comprobata, immò poſſet addi quò rapidior eſt fluminis curſus, eò faciliorem fore, adverſo fluvio navigationem, vitarique præcipuas difficultates, quæ in navigationibus hujuſmodi occurrunt. Communiter enim, qui contra impetum & curſum aquæ feruntur, littora tantum legere coguntur, ubi placidior eſt aqua, & lentior fluxus, hic autem modus medium ſemper alveum tenet commodiuſque rapidiorem curſum vincit, & ſuperat, & nullos equos adhibet. Quale autem ſit emolumentum facilè concipiet, qui quinquaginta, aut ſexaginta equos duabus, aut tribus naviculis ſale onuſtis adhiberi viderit, cæterarumque expenſarum calculum inierit. Modus autem hic erit. Sit navicula quæcumque AB, cui in prora hinc inde æquales addantur rotæ alatæ, in eodem axe, quarum alæ quantum ſat eſt aquæ immergantur: immò poſſunt ita aptari ut demittantur ſimul cum axe ſuo, aut attollantur ad libitum ope vectium ad modum pontis efformatorum, axis excavatum. In medio cylindrum habeat, in quo funis tres tantum circumvolutiones faciat: nam quotieſcumque hoc modo funis circa cylindrum circumvolvitur, niſi fiat obſtaculum, funis currit ſecundum longitudinem cylindri; at vero ſi multùm excavatus ſit cylindrus, ubi tantiſper ex una parte aſcenderit funis, ſeipſo relabitur, & idemtidem per ſaltus ad imam partem regreditur. Quibus ita conſtitutis, habeantur duo rudentes validi, ut alternis vicibus, iis uti poſſimus; unius extremum unum palo, arbori, aut cuicumque alteri rei firmæ alligetur, aliud verò extremum circa cylindrum circumvolvatur. Deducatur

catur navicula in medium fluminis alveum, ubi rapidiſſimus eſt aquæ impetus ; ſed aqua in rotæ alas incurrens, eam circumvolvet, & ſimul cum ea funem, & naviculam trahet. Quod autem fluvius eam vim habere poſſit, ſic oſtenditur. Fluminis impetus, ſeu reſiſtentia, quam aſcenſui & motui naviculæ efficit, determinata eſt & finita ; vis autem quam habet idem fluvius prout in alas incurrens, ſeu ad movendas rotas, augeri poteſt in infinitum, auctis ſcilicèt rotis. Ergo poteſt tandem ſuperari omnis reſiſtentia, igitur aſcendet navicula, & quò major erit fluminis impetus, eò etiam celerior erit naviculæ aſcendentis motus.

Hujus rei experimentum vidimus Lugduni anno 1665, & non tantum experimentum in parva navicula, & vacua ſed etiam in majori, & ſale onuſta. Dominus enim Baro de Graville amicus meus, fuit hujus novi inventi author, & in praxin deduxit. Putavit autem hactenus nemini hoc veniſſe in mentem ; & cum ea de re familiariùs mecum loqueretur, rogavi ut in cubiculum meum aſcenderet, obtulique meum manuſcriptum, in quo hæc machina deſcripta erat, quam jam à ſeptem annis, cum publice matheſin prælegerem, ſcholaſticis explicueram. Neque propterea me authorem vendito, nam cum eſſem novitius audiveram à fratre laico adjutore, talem machinam jam ſemel à ſe viſam, quæ fato neſcio quo perierat. Licèt autem fabricam eius non niſi obſcurè indicaret, facilè fuit reliqua excogitare.

Multæ ſunt difficultates in praxi ſuperandæ : præcipua fuit nautarum infidelitas. Cum enim uteretur iis qui operas ſuas in ſale deportando locant, ne ceſſaret alia methodus in qua propter equos quos commodabant, multum lucrabantur, omnem moverunt lapidem ut hæc praxis non ſuccederet.

Secunda difficultas fuit in tranſportandis rudentibus, & ad hoc duo ſaltem equi ſunt neceſſarii. Item dum funis mutandus eſt cavendum eſt ne multùm temporis inſumatur ; ego quidem ſæpe cogitavi quomodo id facillimè præſtari poſſet. Hæc praxis mihi viſa eſt facilis. Sit enim rudens tendens ex palo uſque ad navim, habeat in extremitate duas fibulas, unâ poterit alligari firmiter chordâ minori, ſed bis aut ter circa palum circumvoluta : cum ergo navicula pervenerit circa palum ut ſubſtituatur alius rudens, poterit alligari fibulæ alteri, & hoc modo nullum erit temporis, diſpendium.

Tertia difficultas eſt dum fluvius lentum habet curſum, tunc enim adeo lentè movetur machina ut ſatiùs ſit adhibere animalia ; huic malo remedium adhiberi poterit, ſi ab hominibus ipſis rotæ moveantur. Immò eſſem author ut tunc attollerentur nonnihil rotæ, ne aquam attingerent ; ſi nempe adeo placida eſt, ut motum rotarum potius retardare quam adjuvare videatur. Hæc praxis ut moveantur rotæ ab hominibus habet etiam hoc commodum, ut ſi quomodo accidat naviculam vado, & arenis hærere ; poſſit facile nullâ aliâ vi eximi : ſcio id accidiſſe ſemel ; cum enim arbori carioſæ annexus eſſet funis, ceſſit & confracta eſt arbor, & navicula per Rhodanum ad unam leucam deſcendit, donec arenis adhæſit. Interea autem dum quæruntur jumenta, libuit experiri, an vi rotarum educi poſſet ; quare alligato fune obviæ cuicumque arbori, nautæ rotas cœperunt circumvolvere, navimque eduxerunt in medium alveum.

Exiſtimabat prædictus Baro rotas eſſe nimiùm magnas, in eoque maximum eſſe temporis diſpendium, nam unicâ rotarum circumvolutione, unica etiam tympani ſeu cylindri circulatio perficitur ; unde quò rotæ ſunt majores, licèt vires fluminis augeantur, augetur etiam tempus. Videbatur autem Rhodanus habere vires ſufficientes ut minori rotâ idem pondus traheret, unde ferè decreverat alias rotas minores conſtruere. Ego tamen illum ab ea mente deduxi, ne novæ ſine ratione expenſæ fierent : indicavi autem ut potius tympanum augeret quam rotas minueret. Quia hoc additis tantum aliquibus aſſerculis, ſine ullis expenſis fieri poterat, ad libitum, & ſi quidem id ſuccederet, nempe ut rotas cum majore tympano Rhodanus circumvolveret, dum nova conſtruenda foret navicula, tunc tandem minores rotas efformaret. Unde moneo ut potiùs latæ ſint rotarum alæ, quam magnæ ; hoc eſt ut fluvius ex rotæ latitudine vires augeat, potiùs quàm ex magnitudine, quia magnitudo majus tempus exigit.

Cæterà, praxis & uſus dabit, præcipuè verò cooperiatur navicula telâ inceratâ, nam dum rudens colligitur, continuò aqua ex eo ſtillat, & hoc incommodum eſt inevitable. Habetur quidem alia navicula ad latus, ut in ea rudens colligatur, ſed quia nonnihil ſupra priorem tranſit, cavendum eſt ne merces vitiet.

Ne hæc methodus adhibeatur in fluviis quorum curſus lentus eſt, nihil enim efficiet.

PROPOSITIO XXVIII.

Problema.

Ab uno fluvio in alium inæqualis ſuperficiei, naviculas trajicere.

Sæpè evenire poteſt, ut commercii cauſâ, duo fluvii, inæqualis libellæ, debeant conjungi, nec tamen unus in alium influere, quia qui altior eſt priorem alveum deſereret, longè lateque per campos exundaret ; conſervandus igitur utrique ſuus alveus, unde muro firmiſſimo ſeparandi ſunt ab invicem ne miſceantur. Quæſtio igitur eſt, quomodo naves ab uno in alium fluvium tranſvehi poſſint. Dux Etruriæ Liburno Piſam uſque, canalem effodit, cujus ſuperficies, multis pedibus eſt inferior Arno fluvio, è quo muro quindecim circiter pedes lato disjungitur, in medio muri invenitur rota, quâ naviculæ ſimul cum impoſito onere ſupra murum ſenſim aſſurgentem, attolluntur, & ex foſſa in fluvium transferuntur. Hic tamen modus multùm nocet naviculis, cùm experientiâ compertum ſit, plus deteri naves ſi ſemel extra aquam educantur, quam ſi per integrum annum in aqua conſiſtant, eò quòd in aqua undique ab eâ æquabiliter fusâ ſuſtententur. Quare fiat cubiculum longitudinis unius naviculæ, quod duas habeat portas, unam quâ aqua ex ſuperiori fluvio in illud influere poſſit ; aliam verò quâ egredi poſſit in inferiorem fluvium. Si tranſmitenda ſit navicula ex inferiori fluvio in altiorem, aperitur porta inferior ; ingreſsâque naviculâ, exactè clauditur inferior janua, & ſuperior aperitur, ut influat aqua in cubiculum illudque repleat, attollitur navicula ſimul cum ſuperficie aquæ ; & dum ſuperficies aquæ in cubiculo adæquarit ſuperficiem ſuperioris fluvii, navicula in fluvium ingreditur. E contrà

Digitized by Google

trà si ex fluvio superiori in inferiorem descendere debeat, impletur cubiculum aquâ, & navicula ingreditur, tum clausâ superiori janua, aperitur ex parte inferior; & decrescet aqua cubiculi, quæ cum pervenerit ad superficiem inferioris fluvii, aperitur omninò, & sine periculo exitus naviculæ conceditur.

Hic inserenda essent principia Geographiæ, sine quibus praxes sequentes vix intelligi possunt; unde ex tractatu Geographico reperantur.

DE NAVIGATIONE

LIBER SECVNDVS.

Principia Astronomica navigationi peragendæ accommodata.

NVLLVS Nauclerus in arte navigandi peritus censeri debet, qui omnis Astronomiæ expers fuerit; cum enim syderum observationibus dirigatur, in multos errores impinget, si eorum motus penitus ignoret, aut observare nesciat. Velim item ut in Arithmeticis sit nonnihil versatus, possitque saltem regulam trium adhibere, ut tabulis sinuum, tangentium, & secantium utatur. Quamvis neque id ab omnibus exigerem, putarem enim potius Geometriam advocandam, ita ut regula & circino, nauticas omnes operationes peragerent; quam methodum putarem nauclerorum communium captui esse accommodatiorem, neque tot tricis & supputationibus eorum mentem vexandam. Quia tamen sapientibus & insipientibus debitor sum, utramque methodam proponam Geometricam facilem accuratam quantum satis, Arithmeticam difficiliorem, & nonnihil accuratiorem. Inter tabulas autem ea mihi videntur meliores, quas Vlac edidit, iisque meas praxes Arithmeticas addicam. Res alioquin facillimas allquando pluribus explico, & ad particularia descendo; ut autem omnibus faciam satis nihil sine demonstratione proferam, quam prætermittere poterit quicumque solis praxibus contentus erit.

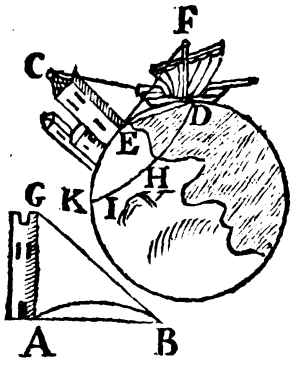
PROPOSITIO I.

Theorema.

Tellus & mare unum globum componunt.

Difficilè non erit hanc propositionem iis persuadere, qui cum assiduè in mari versentur, partem aliquam notabilem hujus globi simul vident. Hæc enim rotunditas ita in oculos incurrit, ut nonnullos nautas viderim, qui satis mirari non possent, fuisse aliquando Philosophos qui tellurem esse planam existimarent.

Demonstratio. Nisi tellus, & mare in unum globum coalescerent, nulla ratio daretur experientiæ alioquin communis, nempe quod navigantibus, aut iter in magna planitie habentibus



montium cacumina, aut ædificiorum fastigia primò appareant, & è terra erumpere videantur. Si enim tellus esset plana qualem linea A B nobis exhibet, qui in puncto B versaretur, melius videret punctum A, à quo minus distat, quam punctum G remotius. Si verò tellus sphærica supponatur, tumor ejus impediet quo minus detegatur punctum A, quando jam detegitur punctum G. Pariter qui in navi versatur in puncto D, detegit tantum fastigium, turris nempè punctum C, cum is qui in Carchesium F ascendit pedem turris E, jam videt. Similiter navis remotæ superiora tantum vela apparent, cum totum navigium adhuc latet.

Denique cum hæc telluris convexitas, æqualis sit undique, idemque mons æqualiter ex omni parte, ex æquali distantia primum videatur, necessario sphærica est.

PROPOSITIO II.

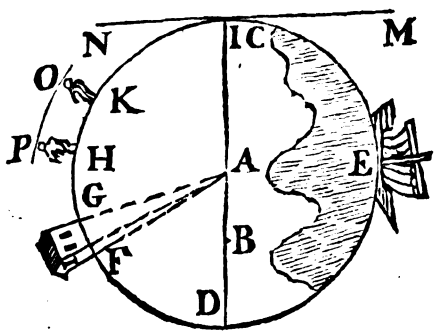
Theorema.

Locus infimus ad quem feruntur omnia gravia est centrum terræ.

Hæc propositio maximè valet ad formandam Tyronum imaginationem. Dico ergo centrum telluris, esse locum infimum,

Demonstratio. Figura telluris sphærica est

(*per præcedentem*); ſed corpora gravia, dum vi gravitatis liberè deſcendunt, feruntur per lineam



quæ ſit perpendicularis ad ejus ſuperficiem, aut ad lineam tangentem ejus ſuperficiem, ut ſi linea IM tangat telluris ſuperficiem in puncto A, gravia deorſum ferentur per lineam I A perpendicularem ad IM. Sed (*per* 18.3. *Elem. Eucl.*) perpendicularis ad tangentem per centrum tranſit: ergo omnes lineæ per quas cadunt corpora gravia in centro A uniuntur; ergo punctum illud eſt locus infimus. Ex hac demonſtratione plura deducuntur ad formandam Tyronum imaginationem accommodatiſſima.

1. Si tellus perforaretur ſecundùm lineam IB, demittereturque lapis, hic in puncto A conſiſteret.

2. Etiamſi Antipodes in punctis I & D conſiſtentes pedes oppoſitos habeant, recti tamen ſunt, cum pedes obvertant loco infimo A.

3. Nec aſcenditur, nec deſcenditur dum proceditur ad auſtrum, aut ad boream, ad ortum, aut ad occaſum.

4. Caput majorem arcum OP deſcribit, quam pedes, aut ſummitas mali quam carina.

6. Si quis in eandem partem procedat, totam tellurem circuibit.

7. Ni obſtarent montes quaſi aggeres, mare totam tellurem operiret.

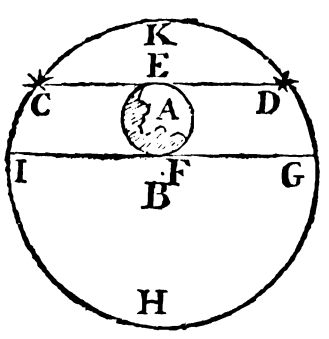
8. Montes quidem & valles ab ejus rotunditate deficiunt, hic tamen defectus eſt nihili, ſi cum ejus magnitudine comparetur.

PROPOSITIO III.

Theorema.

Tellus phyſicè in centro cœli poſita eſt; habetque rationem puncti.

Niſi tellus poſita eſſet in centro firmamenti, non videretur medietas cœli ex omni loco telluris, duæque ſtellæ diametraliter oppoſitæ quales ſunt oculus Tauri, & cor Scorpii, non ita ſe haberent, aut una oriente, alia occideret, & viciſſim; ſed ſæpe ſimul ſupra horizontem viderentur.



Supponamus enim terram eſſe in puncto A, & lineam CD eſſe horizontem exiſtentis in puncto E, etiam ſi ambæ ſtellæ in horizonte appareant, diametraliter non opponerentur, ita ut dum circumvolveretur cœlum, ea quæ punctum C occupabat tranſlata in D, quæ erat in D non propterea perveniret ad punctum C, ſed adhuc ſub horizonte lateret, quod eſt contra experientiam.

Aſſero inſuper propter eandem rationem terram eſſe puncti inſtar, ſi cum cœlo comparetur, quia nempe ex quocumque eius ſuperficiei puncto medietas cœli videtur.

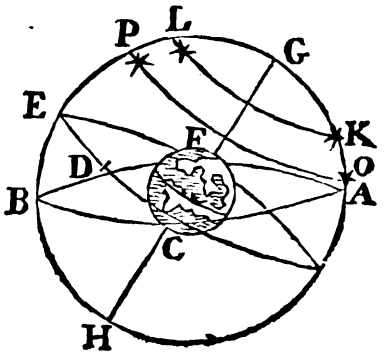
PROPOSITIO IV.

Theorema.

Duplex Solis motus.

Duo diſtinguendi ſunt motus in cœlo. Primus communis eſt omnibus ſyderibus nempe tam ſtellis fixis, quam Planetis, quo nempe ſingulis diebus circa duos polos immobiles ab Oriente in Occidentem circumvolvuntur.

Demonſtratio. Sol, Luna, cæteri Planetæ, ſtellæ fixæ, Cometæ, Via lactea, denique quidquid in



cœlo detegimus, apparet primò ad partes Orientales, aſſurgit ſenſim ad circulum uſque Meridianum, tum ſenſim deſcendit ad partem Occidentalem horizontis. Ut ſi circulus ACB horizontem ortivum exhiberet, A F B occiduum, notaremus aſtrum oriri in puncto C, elevari ſenſim in D ad meridiem uſque in E, ſenſimque relabi ex alia parte donec occultetur in puncto F.

Addo hunc motum perfici circa duo puncta immobilia G, & H. Europæi enim facilè obſervant à ſtellis vicinioribus ſtellæ polari circulos minores deſcribi, & à remotioribus majores; ita ut quamplurimarum circuli horizontem noſtrum non attingant, propterea nunquam occidant, verbi gratia, ſtella K deſcribit circulum K L, circa polum immotum G, & ſtella O majorem.

Nulla pars cœli hujus motus expers eſt, quare ut ait Cleomedes pleraque ſydera motum ſimplicem habent, utpote quæ à cœlo, in quo eundem ſemper locum occupant rapiantur.

Præter motum hunc generalem 24 horarum, quilibet Planeta peculiarem & proprium ſibi vendicat, ſolaris autem inter cæteros maximè ſenſibilis, cum ab eo tempeſtatum anni, ſeu veris, æſtatis, autumni & hyemis viciſſitudo pendeat.

Hoc motu eclypticam percurrit intra annum, ſeu intra 365 dies, 5 horas & 49 circiter minuta, hoc eſt ſucceſſivè reſpondet omnibus illius circuli partibus,

Digitized by Google

partibus, tegitque ſtellas quæ in eo ſitæ ſunt.

Aſſero igitur ſecundo hunc proprium Solis motum à generali differre.

Demonſtratio. Si ſol unico tantum motu generali moveretur, cum ipſo tantum cœlo circumvolveretur, ita ut ab ea ſtella, quam ſemel attingeret nunquam recederet, ſed cum ea aſſiduè rotaretur. Rem autem aliter ſe habere facilè obſervamus, & ſolem ad ortum abire, ita ut ſingulis diebus tardius quam ſtella oriatur quatuor horæ minutis, & intra quindecim dies una hora. Exempla quæ ab antiquis proferuntur, nempe vectorum qui præter motum generalem navigii, peculiarem habent, quo in puppi mutant locum, & à puppi ad proram procedunt, rem hanc egregiè explicant.

Ut autem hanc duplicis motus diſtinctionem oculis ſubjiciam globus A F B G circa axem immobilem FG circumvolvatur, ſupponaturque ſol eſſe in puncto H circuli obliqui HEB, clarum eſt ab hoc aſtro delata à circumvolutione cœli deſcribendum circulum HK, eundem ſcilicet qui à puncto C deſcribitur.

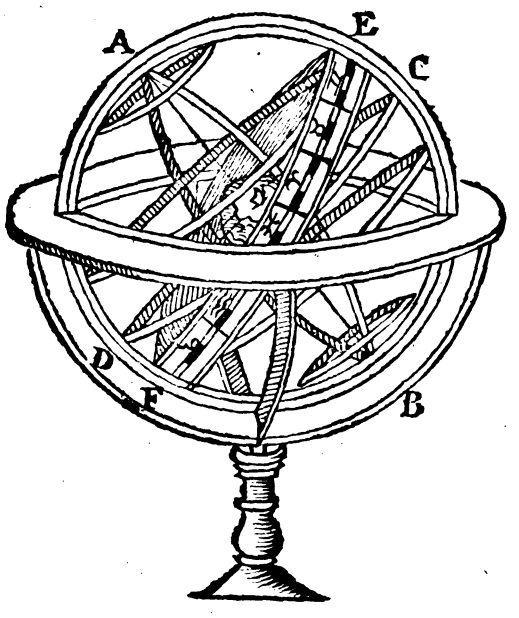
Quia tamen ſol motu proprio procedit ex H in L, ab eo non amplius deſcribetur circulus H K, ſed L M.

Similique modo cum motu proprio attinget punctum E, æqualiter diſtans ab utroque polo, motu cœli circumactus maximum circulum deſcribet quem deſcribere poteſt, ſeu æquatorem C E D. Denique cum ad punctum B pervenerit, parallelum A B decurret, quia verò Zodiacus ſeu circulus ex alia parte regreditur, non accedet amplius ad polum G, ſed ab eo recedere incipiet, circuli A B & H K ſunt Tropici, circuluſque medius CED dicetur æquator.

PROPOSITIO V.

Theorema.

De Æquatore primo ſphæræ circulo.



Ut melius motuum cœleſtium ordo percipiatur, nonnulli circuli, tam in cœleſti, quam in terreſtri ſuperficie diſtinguuntur, & ut melius ſingulæ telluris partes ad hujuſmodi circulos referantur, ſphæram non continuam, ſed interruptam, & armillarem componimus.

Theodoſius ita ſphæram definit. Corpus ſolidum unica ſuperficie contentum, in cujus medio punctum eſt, à quo omnes lineæ ad ſuperficiem ductæ æquales ſunt.

Sphæra Armillaris eſt tantum pars ſphæræ, cum pluribus locis deficiat, imaginatio tamen hunc defectum corrigit, ſicque correcta cœlum repræſentat.

Tellus eſt centrum ſphæræ, atque adeo cœlum concipimus tanquam globum vacuum, in cujus medio tellus ſuſpenſa hæreat.

Poli ſunt duo puncta immobilia circa quæ cœlum circumvolvitur. Polus A nobis Europæis conſpicuus dicitur Nord, qui infra horizontem noſtrum latet, nempe polus B dicitur Sud, dicuntur item Arcticus, & Antarcticus.

Axis eſt linea AB ducta per centrum, à polo ad polum, quam ut immobilem concipimus.

Hæc ſphæra Armillaris ex decem circulis coaleſcit. Primus eſt æquator CD, æqualiter ab utroque polo diſtans, dicitur æquator, & æquinoctialis, quod dies noctibus adæquet, hoc eſt cum ſol motu proprio in Eclyptica ſua delatus, ad illud punctum pervenerit in quo Eclyptica æquatorem ſecat, circumvolutione machinæ æquatorem deſcribet, quem ſecundùm regulam generalem maximorum circulorum, qui ſe invicem bifariam ſecant, cum horizontem in duas partes æquales dividat; tanto tempore ſol ſupra horizontem apparet, quanto infra latet.

Hic æquator in cœlo eſt terminus à quo numeratur ſtellarum declinatio, quæ nihil eſt aliud quam earum ab æquatore diſtantia, atque ita tropici aliiqui paralleli ſunt circuli declinationum.

Sol excepto die æquinoctii aliquam habet declinationem, vel ad boream vel ad Auſtrum, nunquam tamen viginti tribus gradibus cum dimidio majorem.

PROPOSITIO VI.

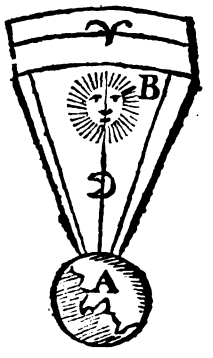
Theorema.

De Zodiaco.

Zodiacus eſt circulus à ſole intra annum deſcriptus, ita dictus à voce Græca ζῴον quæ animal ſignificat, eò quod in duodecim ſigna figuris animalium ſignificata & his verſibus contenta dividatur.

Sunt Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo; Libraque, Scorpius, Arcitenens, Caper, Amphora, Piſces.

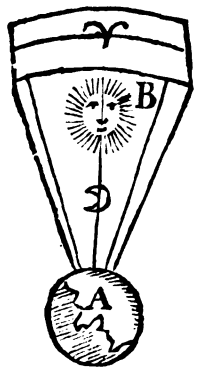
Aſtronomi diviſionem Eclypticæ incipiunt ab



ariete, ſeu ab æquinoctio verno. Sol in ſingulis ſignis communiter 30 dies commoratur, ita ut ſin-

Digitized by Google

gulis diebus unum circiter gradum percurrat. Signum autem quodlibet ingreditur, circa 21 aut



22 menſis. A 21 Martii ad 24 Septembris ſigna borealia percurrit, ejuſque declinatio borealis eſt, Auſtralis verò à 24 Septembris ad 21 Martii, dum in ſignis Auſtralibus commoratur.

Dum dicitur ſol eſſe in aliquo ſigno, hæc vox (*in*) ſignificat *ſub*; ſol enim longè abeſt à ſuperficie firmamenti, propiuſque ad terras accedit.

Indicare igitur volumus lineam ductam à terra A per ſolem B ſignum aliquod, verbi gratiâ arietem, attingere. Sol ab Ecclyptica ſeu linea Zodiacum dividente nunquam digreditur, reliqui verò Planetæ ab illa nonnullis gradibus hinc inde recedunt, non tamen à Zodiaco cui propterea aliquam latitudinem tribuimus.

Eclyptica eſt prima regula motuum particularium, ſicut æquator motum generalem & diurnum metitur. Zodiacus ſuos polos habet, à polis æquatoris diſtantes viginti tribus gradibus cum dimidio.

Obliquitas ejus in ordine ad æquatorem, aut ad polos tempeſtatum anni diverſitatem efficit, ſolemque modo uni, modo alteri polo admovet.

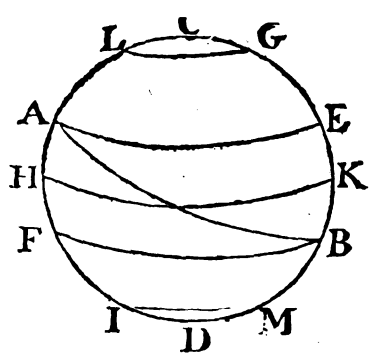
PROPOSITIO VII.

Theorema.

De Tropicis, polaribus, aliiſque parallelis.

Jam dicimus ſuprà Eclypticam intra annum à ſole percurri, ita ut ſucceſſivè in omnibus ejus partibus exiſtat. Cum igitur primum gradum cancri ſeu punctum A attingit proximum polo Arctico C, cœlum circumvolutione ſua eum circumfert per circumferentiam paralleli AE: & cum ſupponamus punctum A eſſe inter omnia puncta Eclypticæ, quod maximè ad polum C vergit, parallelus quem poſtero die decurret, ab eodem polo C magis diſtabit, ſol igitur regredietur non in ſuo circulo, ſed in ordine ad polum C, id autem ſignificamus per hanc vocem (*Tropicus.*)

Pariter dum ſol motu proprio, in Eclyptica



punctum B pervenerit, motu generali feretur per parallelum BF, nec magis ad polum D accedet.

Polares circulos deſcribunt poli zodiaci motu ſuo diurno, cum autem dixerimus eos à polis mundi diſtare gradibus viginti tribus cum dimidio, qualis eſt tropicorum ab æquatore diſtantia, polares circuli LG, IM undique totidem gradibus à polis C & D aberunt.

Tropici viam ſolis ita coercent, ut his finibus digrediatur nunquam, attingunt in Eclyptica puncta ſolſtitialia, aut potius ab iis deſcribuntur. Suntque hinc inde limites Zonæ torridæ.

Quilibet tropicus cum polari ſibi adjacente Zonam temperatam definiunt. Polaris verò frigidam circumcingit.

Poſſumus præterea intra tropicos, 180 circulos æquatori parallelos intelligere, quaſi circulos ſolis diurnos, quos nempe motu machinæ percurrit dum in ſingulis gradibus Eclypticæ verſatur.

Alios item circulos æquatori parallelos ultra tropicos fingimus, quos motu diurno ſingulæ ſtellæ deoircinant.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

De Coluris.

Sphæra Armillaris componitur item duobus aliis circulis majoribus, per polos mundi tranſeuntibus, quos coluros nominamus. Hi videntur appoſiti ut machinam continerent; poſſunt tamen conſiderari tanquam circuli meridiani.

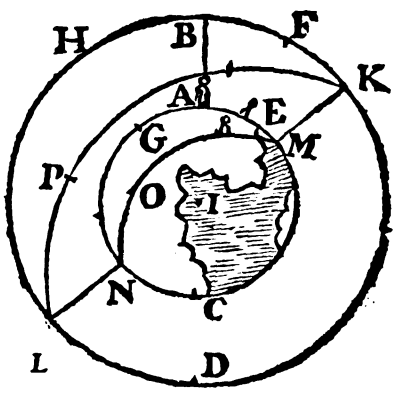
Colurus ſolſtitiorum per polos mundi, per polos Eclypticæ, & per puncta ſolſtitialia ducitur.

Colurus æquinoctiorum, per eoſdem polos mundi, & per puncta æquinoctialia ſeu communes æquatoris & Eclypticæ ſectiones deſcribitur.

PROPOSITIO IX.

Theorema.

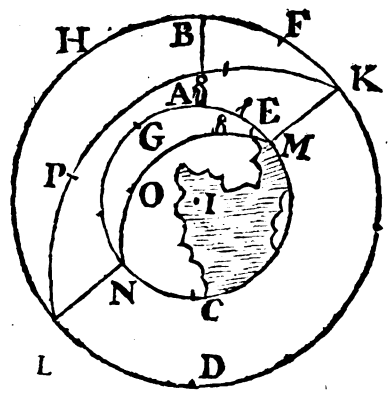
De Meridiano.



Zenith alicujus regionis eſt punctum cœli, illi perpendiculariter imminens. Punctum illi oppoſitum dicitur Nadir; ut ſi proponatur in ſuperficie terræ punctum A, ductâ à centro terræ I linea IAB,

Digitized by Google

IAB, hæc in ſuperficie cœli notabit punctum B, ſeu Zenith puncti A; ejus oppoſitum D erit Na-



dir. Quare Nadir alicujus regionis eſt Zenith antipodum, & viciſſim. Ex quibus concludo tot poſſe diſtingui Zenith, & Nadir, quot ſunt puncta in ſuperficie terræ.

Addo arcum in cœlo interceptum. Inter Zenith duarum regionum, ſimilem eſſe in numero graduum arcui terreſtri, inter prædictas regiones intercepto. Ut ſi proponantur regiones A & E, quorum Zenith ſunt B, & F, dico arcus AE, BF ſimiles eſſe.

Meridianus eſt maximus circulus per polos mundi, per Zenith & Nadir ductus. Ut ſi K & L ſint poli mundi, Zenith B, Nadir D puncti A, circulus KBLD eſſet meridianus puncti A.

Non ſunt tot meridiani, quot Zenith, cum idem circulus per polos mundi ductus, tranſeat per Zenith plurimarum regionum. Omnes enim regiones quæ ſe invicem Nord aut Zud reſpiciunt, eundem meridianum ſortiuntur. Ut ſi procedendo rectà à puncto A ad polum K, occurrat punctum E. Regiones A & E eidem meridiano ſubjacebunt. Si verò una regio magis vergat ad Eſt vel Oueſt quam alia, non habebunt meridianum communem. Hic circulus non tantum in cœlo, ſed etiam in terra cogitari poteſt KBL, KPL ſunt meridiani cœleſtes quibus reſpondent terreſtres MON.

Meridianus denominationem habet à præcipua proprietate, nempe quod diem artificialem dividat, ſeu tempus inter ortum, & occaſum ſolis interjectum. Quare præcipuum meridiani officium erit indicare medium diem, eſt enim meridies in ea regione, cujus meridianum centrum ſolis attingit.

2. Pars meridiani infra horizontem latens noctem pariter bifariam dividit.

3. Sydera maximè attolluntur ſupra horizontem, & ad verticem ſeu Zenith maximè accedunt cum in meridiano verſantur.

4. Facilè diſtantiam aſtri ab æquatore obſervamus, cum meridianum attingit.

5. A meridiano horas Aſtronimicas numeramus, quare qui eidem meridiano ſubjacent non tantum meridiem, ſed reliquas etiam horas Aſtronomicas habent.

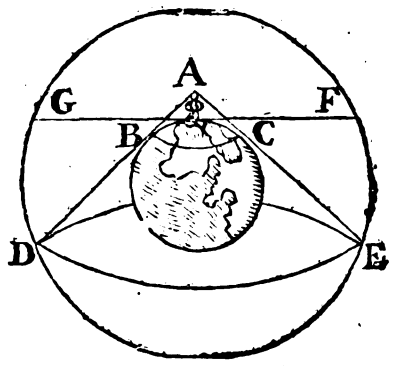
PROPOSITIO X.

Theorema.

De Horizonte ſenſibili ſeu Phyſico.

Horizon eſt circulus partem cœli nobis conſpicuam à parte latente diſtinguens. Communiter intelligitur tanquam planum tellurem tangens in puncto rellnris in quo verſamur, & productum uſque ad cœlum. Cum enim oculus noſter extet tantum quatuor aut quinque pedibus ſupra ſuperficiem terræ, hæc diſtantia pro nihilo habetur, concipiturque oculus in ea ſuperficie poſitus.

Si tamen exactius procedendum ſit horizontem ſenſibilem ad modum coni ſeu pyramidis rotundæ cujus apex in oculo, ſuperficies tellurem tangit, & baſis circulo cœleſti comprehenditur.



Supponamus enim oculum eſſe in puncto A extante quinque pedibus ſupra tellurem, à quo ducantur lineæ ABD, ACE terram tangentes; hæ in ejus ſuperficie circellum BC comprehendent, & productæ in cœlo horizontem cœleſtem ED efficient. In hoc ſenſu dicitur horizon ſenſibilis hinc inde ad aliqua ſtadia extendi. Sed hujus circelli determinatio ab oculi diſtantia petenda eſt, ita ut oculus elevatus 6 pedibus in horizonte tria milliaria exhibeat. Si 10 pedibus 4 milliaria, ſi 20, quinque.

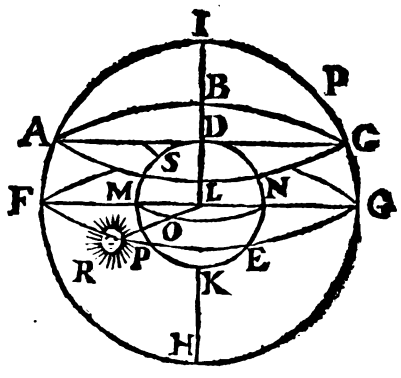
Quia tamen ut dixi oculi diſtantia non eſt alicujus momenti horizon ſenſibilis erit planum terram tangens, quale exhibetur linea GF, hæc tamen diſtinctio non eſt inutilis ad corrigendas obſervationes.

PROPOSITIO XI.

Theorema.

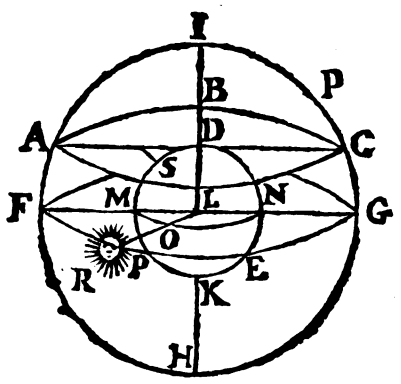
De Horizonte rationali.

Communiter duplex horizon diſtinguitur, ſenſibilis ſeu phyſicus quem modo explicui, & rationalis.



Horizon rationalis eſt plana ſuperficies, per centrum telluris ducta & horizonti ſenſibili parallela, quæ ad cœlum uſque protenſa in ejus ſuperficie circulum determinat. Tale eſt planum FEG. hæc

Hæc duo plana nempe horizontis ſenſibilis ABC, & rationalis FEG in ordine ad apparentias ſyderum, pro uno eodemque ſumuntur, eò quòd telluris ſemidiameter cum cœleſti comparata ad inſtar puncti habeatur.



Hic præcipuè rationalis horizon cœlum in duas partes æquales dividit, cum per ejus centrum tranſeat, atque adeo (*per 2. 1. Theodoſii*) maximus Sphæræ circulus eſt. Quodlibet igitur aſtrum infrà ſuperficiem talis circuli poſiti ex puncto D videri non poterit, videri autem incipiet, cum primum hoc planum attigerit.

Puncta telluris oppoſita D & K eundem horizontem rationalem FEG ſortiuntur, quare quælibet regio communem cum ſuis antipodibus horizontem habet. Cum hac tamen differentia, ut pars quæ orientalis pro puncto D, occidentalis ſit pro puncto K, occidunt enim ſydera puncto K, cum oriuntur puncto D. Linea DL perpendiculo ducta ad utrumque planum perpendicularis eſt.

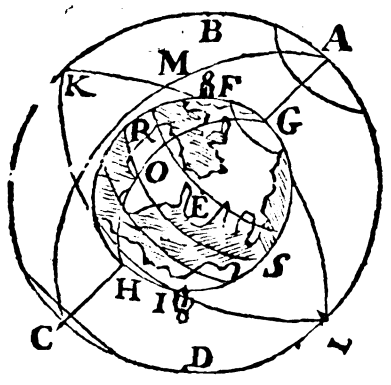
PROPOSITIO XII.

Theorema.

Circuli cœleſtes in telluris ſuperficie intelligi, in mappis geographicis, & globis notari debent.

Circuli cœleſtes ad modum circonferentiarum annularium non concipiuntur; ſed ut plana, quæ producta tellurem tangunt, & in ea communem ſectionem efficiunt.

Dico primo omnes circulos cœleſtes, maximos, & immobiles, vel qui motu ſuo ſitum non variant, in ſuperficie telluris notari poſſe.

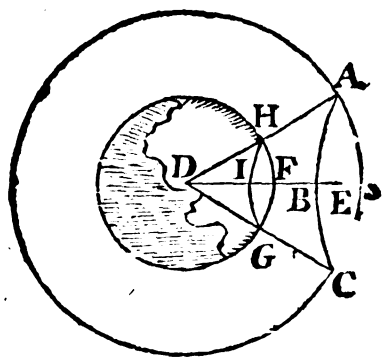


Proponatur verbi gratiâ meridianus circulus ABC, quem ut immobilem conſiderare licet, quamvis cœlum circumvolvatur, clarum eſt hujuſmodi planum habere communem ſectionem in ſuperficie telluris GFH, ita ut ſole in quolibet meridiani ABC poſito perpendiculariter, reſpondeat alicui puncto circumferentiæ GFH. Ut ſi ex puncto A ad centrum telluris E, ducatur linea AE, hæc ſecabit telluris ſuperficiem in puncto B. Ita circulus terreſtris GOH, cœleſti AMC ſubjacet.

Dico ſecundò circulos cœleſtes mobiles in telluris ſuperficie notari poſſe, modo tamen motu ſuo, ſitum diverſum non acquirant.

Ita æquator cœleſtis KIL, qui ita movetur, ut una pars in alterius locum ſuccedat, atque adeo idem planum non excedat, poteſt notari in telluris ſuperficie, quia verè in ea communem ſectionem ROS in ea efficit. Maximus autem circulus qui ita circumvolvitur ut pars ejus una in alterius locum non ſuccedat, communiter notari non deberet. Cum enim continuò ſitum alium, atque alium habeat, non eſſet potior ratio, cur in ſitu uno potius quam in alio notaretur, niſi aliquis peculiaris ſitus eligatur; ita Zodiacum utiliter mappis geographicis, & globis inſcribimus.

Minores circuli cœleſtes in tellure nonnunquam notantur. Ut in figura ſequenti proponatur minor circulus ABC, à cujus circuli partibus ducantur ad centrum terræ lineæ AD, CD aliæque,



hæ in ſuperficie telluris circellum GIH, deſcribent, ita ut Aſtrum quod percurret circulum ABC, fiat ſucceſſivè perpendiculare ſingulis partibus circelli GIH. Quare cognito circulo quem ſol in cœlo percurrit, poſſumus in tellurem circulum reſpondentem aſſignare, cujus ſcilicet partibus ſucceſſivè fiat perpendicularis.

PROPOSITIO XIII.

Theorema.

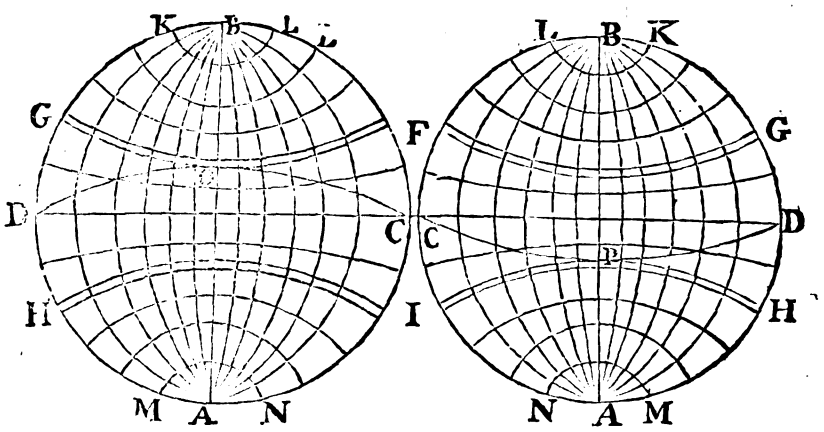
Quinam circuli globis, & mappis geographicis inſcribantur.

Poſſunt primò mappis geographicis, & globis inſcribi circuli meridiani reſpondentes ſcilicet meridianis cœleſtibus regionum. In mappis univerſalibus denique notantur, ut in mappa univerſali in duo hemiſphæria diviſa, punctum A eſt polus Auſtralis, B borealis, circuli qui in punctis A & B uniuntur ſunt meridiani terreſtres, ita compoſiti, & duo ſol attingit punctum aliquod meridiani cœleſtis, perpendiculariter imminet alicui puncto terreſtris.

Hi meridiani in mappis hydrographicis per lineas Nord & Sud inter ſe parallelas notantur.

Inſcribitur item æquinoctialis C D, diviſus in gradus,

Digitized by Google



gradus, ut melius his divisionibus meridianorum distantia innotescat.

Tertio delineantur circuli paralleli æquatori, quales sunt tropici FG, HI polares LK, MN. Circuli latitudinem, indicantes, quanta sit cujusliber regionis latitudo; seu quantum absit ab eodem æquatore.

Zodiacus seu Eclyptica inscribenda non esset, eò quòd mutet continuò situm, notatur tamen, sed juxta quem situm habet, dum primus gradus Arietis primum meridianum attingit, ita ut semicirculus DOC, sit borealis, ab Ariete ad Libram; CPD Australis à Libra ad Arietem.

Describitur autem Eclyptica, ut facilius videatur parallelus quem eo die sol percurrit, & eius declinatio. Verbi gratia, si sol supponatur esse in primo gradu Tauri, parallelus per eum gradum Eclypticæ ductus, declinans nempe ab Æquatore ad Boream gradibus 11 cum dimidio, erit is quem sol eo die percurrit, ita ut fiat successivè perpendicularis omnibus partibus circuli terrestris ipsi respondentis.

PROPOSITIO XIV.

Theorema.

De latitudine telluris.

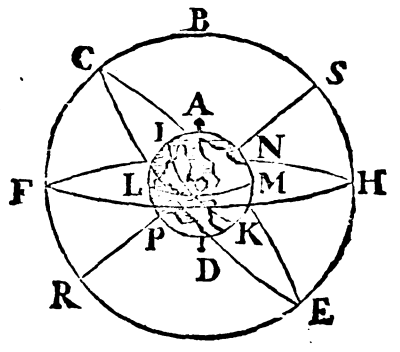
Omnis superficies longitudinem, & latitudinem habet. Ita dicimus aulam longam esse quinquaginta pedes, latam triginta, & in hoc sensu Geographi de longitudine, & latitudine telluris egerunt. Quamvis autem omnes globi seu sphæræ dimensiones æquales sint, si tamen eam telluris partem intuemur quam incolunt homines, præsertim verò ab antiquis Geographis cognitam, dimensiones inæquales habebimus. Nam primò Zonam torridam inhabitabilem præ æstu credidérunt, Zona temperata Australis ipsis omnino incognita fuit, quare sola restabat Zona temperata borealis, quæ partem Africæ, Asiam minorem, Palestinam Arabiam, Persidem, Indiam, & Europam ferè totam comprehendit. Cum ergo hujus partis dimensio à tropico Cancri, ad circulum polarem gradus tantum 43 contineat, alia verò ab insulis Fortunatis ad Indiam ad centum quinquaginta extenderetur, primam dimensionem latitudinem, secundam longitudinem nominarunt. Quare etiam recentiores Geographi iisdem vocibus & appellationibus utentes, telluris extensionem ab Æquatore ad polos nomine latitudinis; dimensionem verò quæ ab occasu ad ortum sumitur longitudinem vocarunt.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

De latitudine alicujus regionis.

Latitudo alicujus regionis, est illius ab Æquatore distantia. Gradus latitudinis possunt tam in meridiano cœlesti, quàm in terrestri numerari; quare latitudo puncti A sumpta in meridiano cœlesti, erit arcus BC, interceptus inter Zenith B &



Æquatorem cœlestem CE; Sumpta vero in meridiano terrestri erit arcus AI distantia regionis ab Æquatore terrestri IK. Hi autem arcus IA, CB æqualem graduum numerum continent.

Duæ distinguendæ sunt latitudinis species, borealis, & australis. Potest enim regio ab Æquatore distare, ad Austrum, aut ad Boream.

PROPOSITIO XVI.

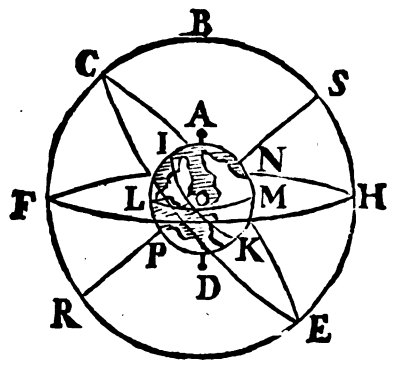
Theorema.

Latitudo æqualis est altitudini poli.

In figura præcedenti latitudo sit BC, nempe distantia Zenith B, ab Æquatore CE, sitque HS elevatio, seu altitudo poli, seu distantia poli ab Æquatore.

Digitized by Google

Demonſtratio. Zenit B diſtat quadrante circuli ab horizonte: eſt ergo arcus B H quadrans. Ab



Æquatore item CE ad polum S eſt quadrans, quare arcus CS quadrans, & arcus BH, CS ſunt æquales, & ablato communi arcu BS, reſtabunt arcus BC, SH æquales.

COROLLARIUM I.

Eodem modo probabis altitudinem meridianam æquatoris, ſeu arcum F C, æqualem eſſe arcui B complemento altitudinis poli.

COROLLARIUM II.

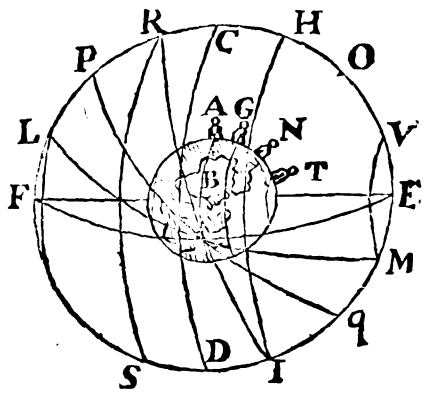
Quò magis ad boream proceditur, eò magis polus elevabitur, & æquator deprimetur, non quod ulla interveniat in æquatore, & polo mutatio, ſed quod Zenith, & horizon mutentur.

PROPOSITIO XVII.

Theorema.

Mutatio horizontis, & Zenith in poli & æquatoris altitudinem refunditur.

Proponatur globus terræ AB, æquator cœleſtis C D, poli E & F. Locus habitationis ſit A, cujus Zenith C in æquatore jaceat. Hæc regio latitudine caret, ſicut & elevatione poli, cum ambæ æqua-



les ſint: quare poli in horizonte jacebunt. Procedat viator verſus G, latitudo puncti G erit GA, vel HC, Horizon eius LM, elevatio poli E M, æqualis latitudini GH. Quia autem Zenith ab æquatore receſſit, nempe ex puncto C in H, horizon deprimitur ex una parte, elevatur ex alia. Si ergo procedatur uſque ad G, ita ut Zenith H ſit in puncto, elevatio poli erit 23 graduum cum dimidio, circuluſque polaris totus ſupra horizontem extabit. Si ulterius procedatur in N, cujus Zenith ſit O, Horizon P q, latitudo O C, altitudo poli Q E, altitudo æquatoris C P, atque ita dum mutatur Zenith, & conſequenter horizon, augebitur altitudo poli, æquatoris elevatio minuetur, donec polus cum vertice, & æquator cum horizonte congruat.

PROPOSITIO XVIII.

Theorema.

De longitudine Regionis.

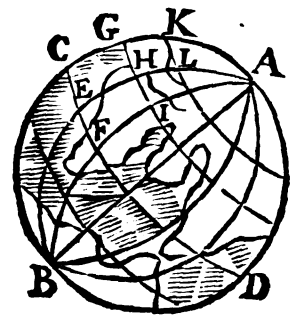
Dixi ſuperius telluris dimenſionem, ab occaſu ad ortum, vocari longitudinem: Cum ergo latitudo regionis ſit eius ab æquatore diſtantia, ſeu gradus latitudinis terræ quem occupat, pariter longitudo regionis, erit gradus longitudinis terræ in quo jacet; hoc eſt longitudo indicat, an regio orientalis ſit, an verò occidentalis. Paralleli qui in mappis notantur gradus latitudinis exhibent, & meridiani longitudinis. Uno verbo paralleli oſtendunt an verſemur ad Boream, vel ad Auſtrum, ſeu ad Nord vel Sud; & meridiani quantum ad Eſt, vel ad Oueſt provecti ſumus.

PROPOSITIO XIX.

Teorema.

Regiones quæ ſub eodem meridiano jacent, meridiem, & reliquas horas Aſtronomicas ſimul habent.

Meridianus cœleſtis, ut diximus, eſt maximus circulus cœleſtis, per polos mundi, & per Zenith alicujus regionis ductus, cui alius circulus terreſtris ſubjacet, per regionem illam, & per polos telluris tranſiens. Verbi gratia, ſi ſupra telluris ſu-



perficiem intelligamus circulum A G B ductum per polos A & B, & regiones K & G, & C, hæ in eodem meridiano cœleſti, per polos cœli tranſeunte ſuum Zenith habebunt. Habent igitur hæ regiones eundem meridianum, & cum ſit meridies quando ſol meridanum attingit, omnia ergo loca eidem meridiano ſubjecta, ſimul habent meridiem, & conſequenter reliquas horas Aſtronomicas.

Si verò propoſitæ regiones diverſis meridianis ſubjaceant ut C, E, F, G, H, I, cùm priùs unum meridianum ſol attingat quàm alium, diverſis temporibus meridiem habebunt.

PROPO

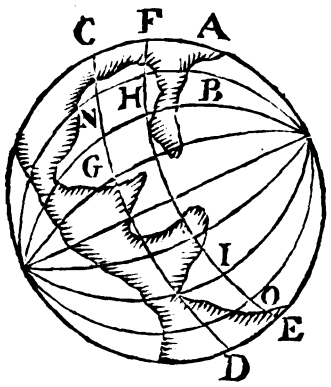
Digitized by Google

PROPOSITIO XX.

Theorema.

Meridianorum distantia æqualis est Horarum differentia.

Proponantur regiones A & B, C & N sive ambæ sint in æquatore, sive eidem parallelo, aut diversis subjaceant, quæ ita se habeant ut pro eodem tempore reali, & physico horas diversas habeant, ut si sit meridies in A,F,C & hora prima in regionibus B,H,N, dico meridianum BH N esse orientaliorem una hora, seu 15 gradibus, quam meridianum A, F, C.



Demonstratio. Sol circulum absolvit seu 360 gradus intra 24 horas: perficit igitur quindecim gradus singulis horis. Cum igitur sit hora prima in BHN, cum est meridies in AFC, differentia erit quindecim graduum. Si esset hora secunda in B H N, cum est meridies in AFC, meridianus BHN orientalior esset 15 gradibus.

Ex quibus concludo eas regiones Orientaliores esse, quæ pro eodem tempore plures numerant horas Astronomicas.

Aliæ conclusiones deduci possent, verbi gratia, quolibet tempore esse omnem horam, qui ad Orientem procedunt horas habent breviores, qui ad occasum longiores, facilè item cognoscimus horam cujuslibet regionis &c.

PROPOSITIO XXI.

Thorema.

De primo Meridiano.

Telluris extensio ab Occidente in Orientem, cui nomen longitudinis tribuimus, nullos fines, & terminos à natura præstitutos habet.

Cum enim totum cœlum ab ortu ad occasum circumvolvatur, primus meridianus ubique collocari potest, cum nulla sit potior ratio, quæ uni potius regioni quam alteri illum affigat. Astronomi pro primo meridianum suum statuunt, Nautæ vero portum è quo primùm solvunt.

Antiqui Geographi in ultimis telluris finibus ad Orientem primum Meridianum non collocarunt, primò quia ad ultimas oras versùs ortum non pervenerant: secundò quia longitudo cœlestis ab occasu ad ortum procedit, quare in ultimis terræ finibus ad occasum statui debuit.

Recentiores in Insulis Fortunatis illum collocant, nempe in Insula ferri, quæ Canariarum maximè ad Occidentem vergit. Alii in Insula S. Nicolai quæ Promontorio Viridi adjacet. Alii denique in Insula Corvo quæ inter Azorides recensentur. Hæc tamen opinionum diversitas est exigui momenti; vel enim assumemus pro primo meridiano, eum è quo solvimus, vel meridianum mappæ hydrographicæ qua utimur inscriptum, ita ut cognita longitudinis differentia, seu quantum ad ortum, vel ad occasum processimus, meridianum ad quem pervenimus quolibet tempore assignemus; quare diligenter distinguenda est longitudo à latitudine. Prima determinat quantum ad ortum vel ad occasum processimus, secunda vero quantum ad boream, vel Austrum.

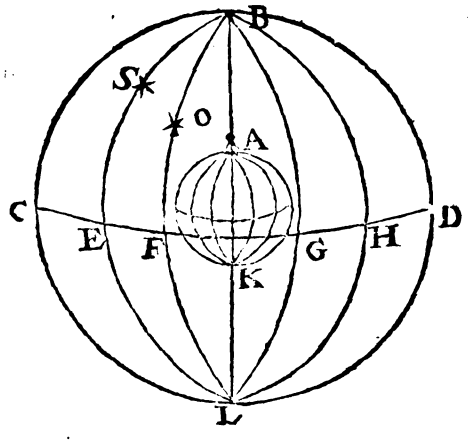
PROPOSITIO XXII.

Theorema.

De circulis Azimutalibus, elevatione syderum, & amplitudine ortiva, aut occidua.

Circuli Azimutales, seu verticales, sunt circuli maximi, per Zenith & per Nadir descripti, horizontem ad angulos rectos intersecantes. Tot fingi possunt hujusmodi circuli, quot sunt in horizonte puncta, ita ut eo in gradus 360 ex more diviso, per singulos gradus intelligantur circuli verticales.

Sit aliquis in A, ejusque Zenith sit B, Nadir L, horizon C D, circuli verticales erunt CB, EB, FB, GB aliique concurrentes in punctis B & L. Addo arcus prædictos esse quadrantes, ita ut à Zenith ad horizontem sint undique 90 gradus.



In his circulis appellandis initium ducimus à puncto K veri ortus, in quo nempe sol oritur dum æquatorem percurrit, numeratio procedit versùs meridianum, ita ut meridianus sit nonagesimus verticalis.

Divisio rosæ pixidis nauticæ in gradus, lineæque ab eius centro ad hos gradus ductæ hos circulos repræsentant; quare si in pixide nautica soli exposita cui gradui circumferentiæ sol respondeat, habebis eius verticalem, seu in quo verticali sit.

In hujusmodi circuli syderum altitudinem numeramus. Cavendum enim est ne in aliquorum errorem incidamus, qui existimant solum tempus meridianum observandæ siderum altitudini accommodatum esse.

Altitudo seu elevatio syderis, est numerus graduum azimuti, inter horizontem & astrum inter-

ceptus, ut si astrum esset in O, altitudo esset FO, & complementi OB, seu eius à Zenith distantia.

Amplitudo ortiva, est arcus horizontis inter astrum quod oritur, & punctum veri ortûs: ut si astrum oriretur in puncto F, arcus FK esset amplitudo ortiva, hæc nonnunquam ad Septentrionem declinat, nempe à 21 Martii ad 23 Septembris, orturque inter Nord & Sud, alias ad Austrum vergit, ejusque ortus erit inter Sud & Est. Eodem modo procedit amplitudo occidua, quæ numeratur à puncto Ouest.

METHODUS OBSERVANDÆ Syderum altitudinis in mari, & de instrumentis ad id præstandum accommodatis.

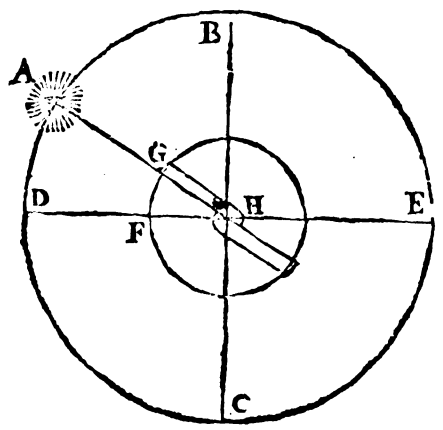
Exhibeo in sequentibus propositionibus plurima instrumenta, quibus in mari syderum elevationes venamur. Addam multa de meo, ut aliis viam sternam, qui experimenta sumere poterunt, quæ ego præstare non possum; quamvis ex nonnullis navigationibus, facilè conjiciam, quid in hac materia ex voto succedere debeat.

PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

Prima principia observationum.

Primum principium cui innititur demonstratio omnium ferè observationum istud est, nempe circulos concentricos secari in partes similes à lineis à communi centro, ad eorum circumferentiam ductis. Ut si circuli DBE, FG sint concentrici, arcus DA, FG similes erunt, æqualemque graduum numerum continebunt.

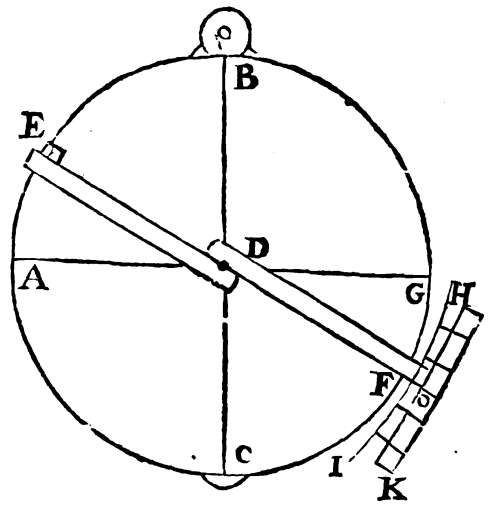


Secundum erit terræ molem cum sole comparatam instar puncti se habere; ex quo sequitur quodlibet telluris punctum assumi posse pro centro cœli, cum eius distantia à centro terræ, seu à centro cœli nullius sit momenti, atque adeo errorem sensibilem non inducat.

Quibus suppositis, dico circulum in 360 partes divisum esse primarium & maximè naturale ad elevationes syderum observandas instrumentum, ad quod cætera revocantur. Vocatur communiter à nautis Astrolabium. Sufficiet si eius unus quadrans in 90 gradus dividatur, si nempe quadrans in tres partes dividatur, tum singulæ bifariam, iterumque in tres, & exinde in quinas.

Omnis autem diligentia adhibenda est ut exquisitè libretur, & linea quæ à puncto suspensionis per centrum ducitur cum perpendiculo congruat, quod ita perficies.

Circulo composito incipe ab eius suspensorio, quod neque nimis mobile, nec nimis difficile esse debet, atque adeo ut sit exactius æquilibrium, pondus unius aut alterius libræ, in parte inferiori adjungatur. Ita suspenso instrumento, perpendiculum ex filo oloserico confectum, eius centro



admoveatur ut exacta sit linea perpendiculi DBC, ad quam duco perpendicularem AB. Si fuit exacta operatio quadrantes AB, BG, GC, CA æquales erunt.

Secundò compono allidadam EDF, cujus lineæ fiduciæ pinnulas perforatas adjungo, quæ etiam fissuras habeant ad stellarum observationes.

Usus talis instrumenti facilè intelligitur. Suspensum instrumentum ita detorqueatur ut solis radius eius superficiem perstringat. Tum elevetur allidada donec solaris radius per utrumque pinnularum foramen trajiciatur, allidada in limbo elevationem solis indicabit.

Demonstratio. Supponatur sol esse in puncto A figuræ præcedentis. Sit Zenith Observatoris B, linea horizontalis DE. Cum arcus FG, AC, æqualem contineant graduum numerum, si gradus in arcu FG contentos numeres, innotescet numerus graduum arcus D A.

Vacillatio navigii reddit usum hujus instrumenti difficilem, eò quòd pluries attollenda sit, aut demittenda allidada, priusquam solaris radius per foramina trajiciatur. Quare ut aliquid de meo adjiciam huic instrumento cæteroquin utilissimo, præcipuè ad littora, cum cætera instrumenta, quæ liberum supponunt horizontem inutilia sint. Vellem igitur allidadam longiusculam & pinnulam inferiorem ita latam, ut hinc inde duos aut tres gradus comprehenderet: quare ex pinnula anteriori E tanquam centro descripto arcu HI, divisoque in gradus, & in minuta, allidadam ante observationem colloco in gradu æstimato præcisè. Tum transmisso radio solari per pinnulam anteriorem, noto punctum pinnulæ inferioris, in quod incidit; si cadit infra notam mediam O, sol majorem elevationem habebit, quàm tulerat mea æstimatio; quare addito eo excessu in pinnula inferiori indicato, altitudini æstimatæ, exurgit vera solis altitudo: si vero radius supra O incidat, ille excessus erit subtrahendus.

PROPO

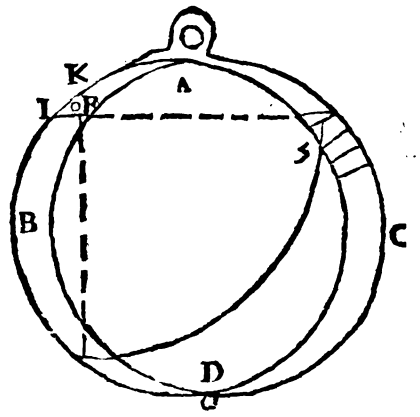
Digitized by Google

PROPOSITIO XXIV.

Problema.

De Annulo Aſtronomico.

Vocamus Annulum Aſtronomicum, circumferentiam circuli intus vacuam, cujus forma annulum aliquo modo imitatur. Suſpenſorium habet ut ſuperius inſtrumentum, addito etiam pondere unius aut alterius libræ in puncto D, ut exactius



ſit æquilibrium. Primò admovetur perpendiculum puncto ſuſpenſionis ut habeatur punctum eius infimum, vel aſſumpto utcumque arcu AO 45 circiter graduum. Tum perpendiculo ducatur linea quæ rectà deorſum vergat. Operare exinde in charta ſeparata, deſcriptoque quadrante qui ſit æqualis annulo, & in gradus diviſo, lineas ex centro per ſingulas diviſiones, ad circumferentiam produces, eaſque diviſiones in annulum transferes. Si annulus major fuerit ſinguli eius gradus in minuta ſaltem quina dividentur.

Annulus Aſtronomicus aptus eſt ad obſervandas ſolis tantummodo elevationes; habet tamen id commodi, quòd unica obſervatione opus ſit, nec toties attollenda, aut deprimenda eſt; adde quod eius gradus duplo majores ſunt, ac in quadrante.

PROPOSITIO XXV.

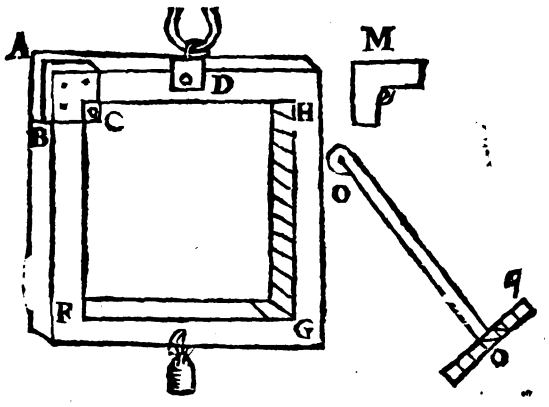
Problema.

De quadrato Geometrico.

Quia difficile eſt, ut artifices annulum Aſtronomicum exactè componant, aut dividant, & expenſæ ſunt paulò majores, quàm quæ à naucleris fieri commodè poſſunt, excogitavi quadratum Geometricum, quatuor tantum conſtans tigillis, eundemque cum annulo uſum habens. Hoc inſtrumento ſæpè uſus ſum cum hoc commodo, quòd horizonte explicato non egeat, illudque adhibere poſſunt in qui navi æquilibrium obſervare non didicerunt.

Componatur quadratum ex quatuor tigillis bene coagmentatis, immiſſo in cavum cardine. Fiat item fiſſura in uno eius extremo AC, vel abſolutè receſetur eius angulus adhibitis duabus laminis, quibus tigilli cohæreant. Suſpendatur in puncto D ſuſpenſorio mediocriter verſatili, addito in parte inferiori pondere unius aut alterius libræ, duabus laminis inſeratur clavus teres in puncto C, cujus craſſities unam, aut alteram lineam adæquet.

Ita inſcribes gradus. Suſpenſo ita quadrato, du-



cetur perpendiculo linea C F, ad quam per punctum GF duces perpendicularem, & ita totum abſolvere poteris quadratum, ſupra planam tigillorũ ſuperficiem. Quamvis huic quadrato gradus inſcribere facilè poſſis per tabulam tangentium, potes tamen viâ geometricâ procedere. Deſcribe igitur in aliquo plano, quadratum æquale illi quod ſupra planam tigillorum ſuperficiem deſcripſiſti. Deſcribes item ab uno eius angulo, qui puncti C vices obtinet, magnum quadrantem: quo exactè diviſo, lineas ex cẽtro per ſingulas diviſiones duces uſque ad latera quadrati. Has diviſiones in tui quadrati latera transferes, ductis lineis ad punctum C, habebiſque gradus inſcriptos planæ tigillorum ſuperficiei. Agglutina Chartam albam interiori tigillorum ſuperficiei, ductiſque per ſingulorum graduum extremitates lineis parallelis graduationem internam perficies, in qua ſinguli gradus figuram rectangulam exhibebunt. Quare ſi dividas craſſitiem internam tigillorum in 6 partes æquales, ductis tranſverſalibus obliquis minuta ſaltem quina diſtingues.

Uſus talis inſtrumenti facillimus eſt, ſi enim illud ſuſpenſum ita detorqueas, ut latus AF ad ſolem obvertatur, & eius umbra in tigillum HG incidat, umbra clavi C incidens in GH, aut CF gradum elevationis ſolis indicabit.

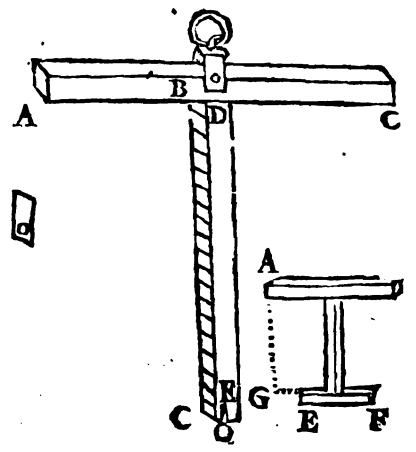
Poſſet virtualiter augeri hoc inſtrumentum, inſcriptis tantum gradibus in plana tigillorum ſuperficie, & clavo C nonnihil extante, cui adjungeretur regula volubilis OO, præferens tranſverſale OO, diviſum hinc inde in duos, aut tres gradus, aſſumpto in centrum ipſo Clavo C, vel alio quocumque remotiore.

Uſus talis erit. Regulam volubilem impone gradui elevationis æſtimato, exinde detorque quadratum donec umbra ſtyli in tranſverſale Oq incidat; ſi attingit præciſè punctum O, elevatio ſolis æſtimata præciſa fuit: ſi vero umbra cadit infra punctum O, verbi gratia uno gradu, & 35 minutis, unum gradum, & 35 minuta addes altitudini ſolis æſtimatæ, ſi umbra caderet ſupra punctum O, gradus & minuta ſubtrahenda erunt ab altitudine ſolis æſtimata.

Eodem inſtrumento ſtellarum altitudinem obſervabis, ei tamen additis duabus pinnulis lateri C H parallelis, & loco perpendiculi, adhibita regula & pondere in parte inferiori, ſi enim per pinnulas ſtellam reſpicias, regula in tigillis altitudinem quæſitam indicabit.

Digitized by Google

Posset item excogitari instrumentum quod figuram litteræ Tau præferret, cujus idem ferè usus ac quadrati Geometrici.



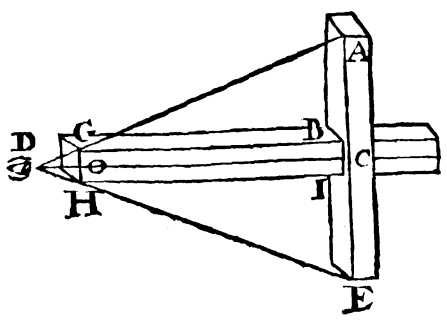
PROPOSITIO XXVI.

De Cruce Geometrica, seu Balista.

Balista censetur inter instrumenta nautica commodissimum, & facilè parabile; ut autem dicam quod sentio, est omnium imperfectissimum, & erroribus obnoxium, quare cum Anglis illud lubenter rejicerem. Primò quia instrumentum parvum est, etiamsi magnum videatur, est enim virtualiter quadrans circuli, cujus semidiameter æqualis est transversali seu cursori, gradus verò non augentur, nisi quia obliquè in sagitta excipiuntur. Secundò cum mallei ut vocant secundùm sagittæ longitudinem moveri debeant, id præstari non potest, quin nonnihil vacillent, quæcumque autem vacillatio plurium minutorum errorem inducit. Tertiò cum sagitta sit longior, facilè incurvatur. Quartò multi hoc instrumentum pinnulis, & centro non instruunt. Quis Naucleris hoc instrumentum tradiderit nescio, optabile tamen esset, ut alio quovis uterentur.

Balista ex primaria institutione, non fuit crux Geometrica, quam nonnulli vocant baculum Jacob, virgam auream, sed simplex quadrans circuli, multò perfectior quam sit crux geometrica. Constat autem duobus tigillis. Sagitta longior est, duosque, aut etiam tres pedes adæquat, recta & parallelepipeda esse debet. Malleus aut cursor sagittam in cavum excipit, ut secundùm eius longitudinem moveri possit, ei semper insistendo ad angulos rectos.

Divisio sagittæ refertur ad malleum, immò & ad modum observandi. Si enim absque pinnulis observationes perficerentur, ita ut lineæ visuales



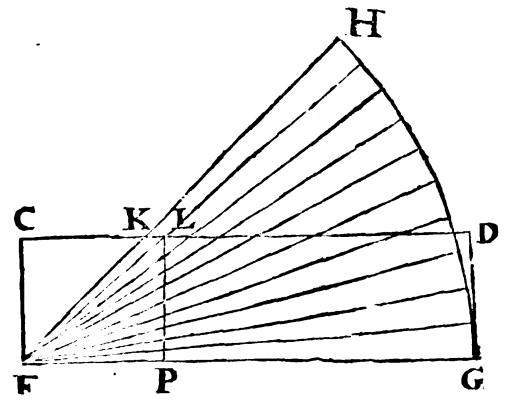
raderent duo extrema sagittæ, ut vides in figura, crassities Sagittæ non esset computanda pro longitudine mallei, hoc est medietas mallei in tali casu esset sola linea AB, non autem tota linea AC.

Demonstratio. Angulum totalem ADE quærimus, compositum scilicet ex ADC & EDC; sed (*per* 37.1.*Eucl.*) anguli AGB, ADC, sicut EDC, EHI sunt æquales. possumus ergo angulum quæsitum componere ex AGB, LHI, quare supposito quod observatio sine pinnulis perficiatur, pro semimalleo, assumenda esset linea AB.

Certissimum est quod in usu hujus instrumenti gravissimi committuntur errores, nonnunquam semigradus, ideoque saltem una pinnula in puncto O adhibenda est. Scio nonnullos ita instrumentum admovere tempori, ut oculus in puncto O collocetur, sed quam hoc sit fallax nemo non videt.

Assumpta igitur pro semimallei longitudine linea AC, gradus inscribuntur sagittæ arithmeticè, vel geometricè, ut peragatur graduatio geometrica.

Describe in mensa aut in charta ampliori arcum circuli 45 graduum, quem divides in semigra-

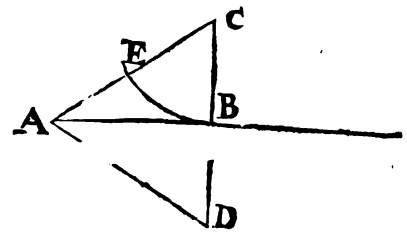


dus, nempe dividendo primò in tres, & iterum in tres, tum in quinque, denique bifariam. Ductis exinde ex centro F per singulas divisiones lineis rectis, excitetur linea FC, æqualis dimidio malleo, & ducatur parallela CD, quam dico præferre omnes divisiones sagittæ, si tamen cyphras apponas duplo majores, nempe puncto K, quod provenit ex angulo H F G graduum 45, adhibeatur character 90.

Demonstratio Supponatur linea FG esse sagitta, & lineam F P æqualem esse lineæ CL, dico translato malleo in P, angulus LFP ex una parte cum angulo illi æquali ex alia parte erunt 99 graduum, est enim LFP 44 graduum cum dimidio, cum supponamus arcum H G esse divisum in semigradus, ergo angulus totalis erit graduum 99.

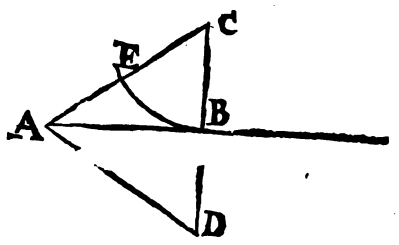
Ex his vides posito malleo paulò longiori, sagittam paucarum divisionum esse capacem, propterea cogimur plures malleos habere, & quatuor graduationes perficere. Prima graduatio majoris scilicet mallei, exhibet gradus à 90, ad 30, secunda procedit à 30 ad 20. Tertia à 20 ad 10. Quarta à 10 ad 0.

Ut Arithmeticè instituatur graduatio; Semimal-



leus dividatur in partes æquales 1000 vel 10000, continueturque hæc divisio. Si ergo proponatur inveniendа

inveniẽdum punctum in ſagitta, graduum 80. Aſſumatur eius dimidii, nempe 40, complementum 50,



cujus tangens invenitur in tabula 119175, vel $119\frac{175}{1000}$. Hunc numerum aſſume in ſcala, & transfer in ſagittam AB, dico punctum B eſſe illud quod quæritur, hoc eſt malleo in B tranſlato angulum CAD eſſe graduum 80.

Demonſtr. Cum enim ſemimalleus BC æqualis ſit ſinui totali, & linea A B fuerit aſſumpta æqualis tangenti anguli 50 graduum, erit angulus C graduum 50, & conſequenter angulus CAB graduum 40, & totalis CAD grad. 80.

Idem præſtari debet pro ſingulis malleis. Ex quibus concludo hoc inſtrumentum eſſe valde parvum, graduſque tantum augeri quod obliquè excipiantur in ſagitta, qui modus periculoſus eſt, cum minimus error augeatur. Nullus aſtronomus hoc inſtrumentum unquam adhibuit.

Antiqua Baliſta quam infra deſcribam perfectior fuit.

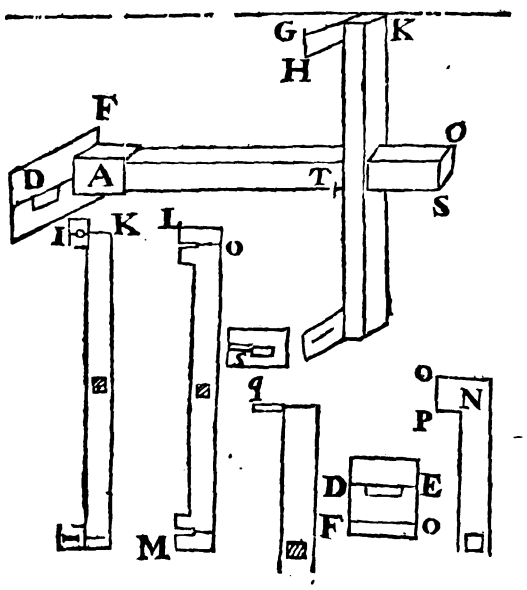
PROPOSITIO XXVII.

Problema.

Uſus Crucis Geometricæ.

Uſus Crucis Geometricæ nullis pinnulis inſtructæ, erroribus ita gravibus obnoxius eſt, ut Pater Fournerius aſſerat, factis experimentis, ſæpè deficiſſe gradus integros: quare operæpretium erit ſi hac propoſitione explicem quæ pinnulæ tutò uſurpari poſſint.

Uſus Crucis Geometricæ duplex eſt, poſticus nempe, & anticus. Prior uſus tutior eſt, ſed elevationi ſolis tantummodo obſervandæ accommodatus. Extremitati ſagittæ, ſeu puncto A, additur



pinnula perforata D ut per eam videri poſſit horizon, ſeu limbus maris. Hæc pinnula tegitur charta, ut melius appareat, additur & limbo inferiori mallei pinnula M.

Ut autem debitè cruce ita præparata utaris, obvertendum eſt occiput ad ſolem, tum reſpiciendo limbum maris per pinnulas M, & D ita adducendus eſt malleus, donec umbra brachii ſuperioris incidat in punctum D, tunc punctum T exhibebit ſolis altitudinem.

Occurrit tamen aliqua difficultas propter penumbram, quæ confundit limbum ſuperiorem, & inferiorem cum centro ſolis. In hunc errorem inciderunt veteres Aſtronomi, qui cum ſolis altitudinem, ex obeliſcorum umbris metirentur, ſæpè altitudinem alterutrius limbi, pro altitudine centri exhibuerunt. Hunc errorem vitare conabimur.

Ut id conſequamur, malleo laminam æream addere poſſumus, ut vides in I K. Deberet autem radius per foramen I tranſmiſſus, ita incidere in pinnulam D, ut bifariam à linea D divideretur.

Poſſet item malleus habere duas fiſſuras ut L & M, deberetque pariter radius per fiſſuram L tranſmiſſus, ita incidere in pinnulam, ut à linea D divideretur.

3 Poſſet componi malleus eo modo quo vides in N, ductaque linea FO parallela ipſi DE, deberetque umbra denticuli PO, ita incidere in DO ut ex nulla parte deficeret.

4 Poſſet adhiberi clavus teres, qualem vides in puncto q, inſcripta aliqua nota S ejuſdem craſſitiei, in quam præcisè umbra incideret.

Scio quidem modum obſervandi communiter uſurpatum, adhibere clavum parvo malleo, & majorem malleum in extremitate poſitum oculo ita admoveri, ut extremitas umbræ in clavum incidat. Putarem tamen pinnulam perforatam exactiorem eſſe, & hanc vidi ab Anglis in ſuo quadrante uſurpari.

His praxibus explicandis nonnihil immoror, quia cum crux Geometrica ſit in uſu apud pleroſque, ſitque perdifficile ut eius inutilitatem, & incommoda iis explicem, qui demonſtrationes vix bene perciperent, quantum fieri poteſt omnibus incommodis obviam eundum eſt.

Uſus crucis geometricæ ad obſervandas ſtellarum altitudines ita fallax eſt, ut commune ſit proverbium, altitudinem ſtellarum eſſe omnino incertam, quod plerique tribuunt horizonti, qui cum ſit vaporibus obſitus, de nocte non ſatis detegitur: multùm tamen ad errorem inducendum confert modus quem in obſervando uſurpamus.

Addatur pinnula perforata tam in extremitate ſagittæ ad oculum quam in duobus mallei extremis, ut vides in L & M. Tum reſpiciendo per pinnulam ſagittæ, & per L ipſam ſtellam, & per M limbum maris, locus mallei in ſagitta altitudinem quæſitam exhibebit.

PROPOSITIO XXVIII.

Problema.

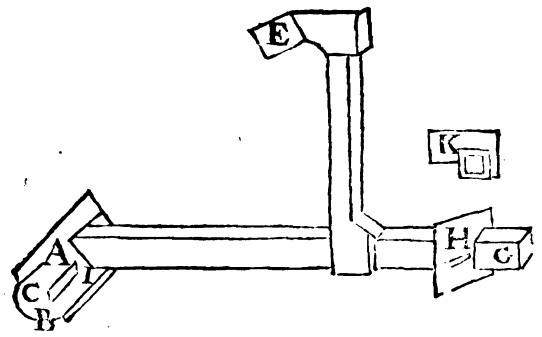
De ſemibaliſta, aut ſemicruce geometrica.

Vidi in aliquibus libris Hollandicis figuram ſemicrucis geometricæ, quæ nempe ſagittam habet, & ſemimalleum, & gradus duplò majores, quam in cruce ordinaria.

Illius uſus paritet duplex eſt. Si quæritur ſolis elevatio per umbram, pinnula obliqua & perforata addatur in puncto A & alia ſimplex H, in alio extremo,

Digitized by Google

extremo, ita collimare debes per pinnulas H, &



A, ut videas horizontem & umbra aſſerculi E incidat in AB.

Gradus eodem modo inſcribuntur ſagittæ, quo in ſuperiori inſtrumento, niſi quod utendum eſt integro quadrante in ſuos gradus diviſo, & non tantum ſemiquadrante in ſemigradus diſtincto.

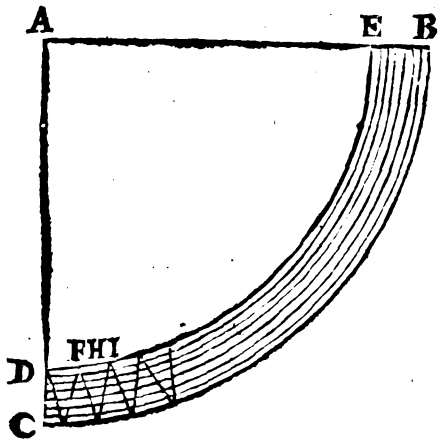
Ad obſervandam ſtellarum altitudinem pro pinnula H, ſubſtituitur pinnula K. Sit ergo oculus in A, qui per pinnulam K in H poſitam videat limbum maris, & ſtellam per limbum inferiorem pinnulæ E.

PROPOSITIO XXIX.

Problema.

Conſtructio quadrantis.

Antequam explicem uſus quadrantis Anglici, à multis utiliter uſurpati, quadrantis communis



conſtructionem, & uſum explicare debeo, utpote inſtrumenti maximè connaturalis, quique aliàs in uſu fuit, ſub nomine baliſtæ.

Quadrans circuli idem præſtat ac circulus integer, cum enim ſtellarum elevationes numquam ſuperent 90 gradus, inutile videtur circulum integrum adhibere.

Diviſio quadrantis in gradus facilis eſt. Nam hi quatuor numeri 3. 2. 3. 5. illam perficient, cum multiplicati inter ſe numerum 90 producant. Quare, In tres, in binas, in tres, in quinque ſecato, ut habeas ſingulos gradus.

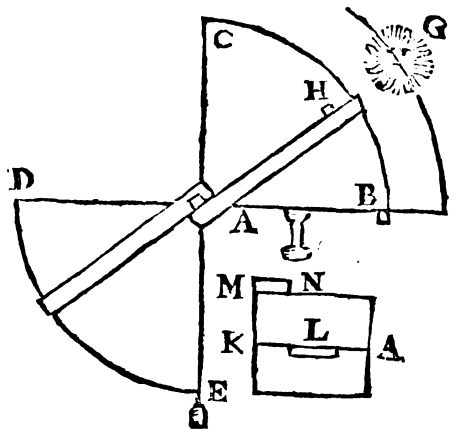
Ut habeas ſaltem quina minuta, ſupponamus FD eſſe gradum: Linea DC dividatur in 6 partes æquales, & per ſingulas deſcribantur circuli concentrici. Fiat item triangulum Iſoſceles ſupra ſingulos gradus, atque ita in lateribus illius trianguli intervallum inter circulos comprehenſum continebit quinque minuta. Si quilibet gradus in tres partes divideretur deſcriberenturque decem ſinguli concentrici, haberentur ſingula minuta.

PROPOSITIO XXX.

Problema.

Primus uſus quadrantis.

Primus uſus quadrantis latus AB horizontaliter diſponit, quare duabus pinnulis perforatis in-



ſtruitur. Prima quæ figuram A K M N præferet, regulæ circa centrum volubili affigetur. Secunda in puncto B collocabitur. Tertia quæ integra eſt regulæ pariter in puncto H affigetur.

Admoto oculo pinnulæ B, per pinnulam A horizontem reſpicies, ita tamen ut umbra pinnulæ H, tegat præcisè parallelogrammum ſibi æquale M K L N, tunc regula in circumferentia quadrantis indicabit gradum elevationis ſolis.

Ut obſervetur ſtellarum elevatio oculus admovetur pinnulæ A, reſpiciturque horizon per pinnulam B, & ſtella per pinnulam H. Vides autem opus eſſe duplici intuitu, nempe ut viſio dirigatur ad horizontem, tum ad ſtellam, quæ duæ directiones cum ſucceſſionem exigant, periculum eſt erroris alicujus.

Ut aliquid addam de meo: Poſſet in pinnula H, fieri foramen aut fiſſura, ita ut radius per illam tranſmiſſus, in pinnulam A comprehendentē duos aut tres gradus incideret, ſiquidem attingeret lineam AK, regula inſiſteret præcisè gradui elevationis ſolis. Si radius caderet infra lineam AK, aliquid addendum eſſet, ſi ſupra aliquid foret detrahendum ab elevatione indicatæ à regula, atque ita unica opus eſt obſervatione, nec opus eſt toties attollere, aut deprimere regulam.

Alia methodus ſtatuendi horizontaliter latus AB ope perpendiculi, in mari locum non habet, propter vacillationem navigii.

PROPOSITIO XXXI.

Problema.

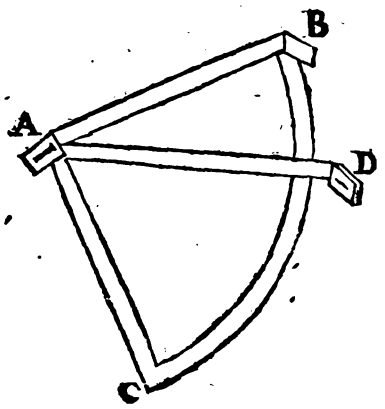
Alii uſus quadrantis.

Difficultas quæ occurrit in praxi præcedente, eò quòd manus nimis remota ſit à pinnula mobili, aliis uſibus, accidentaliter tantum differentibus occaſionem dedit.

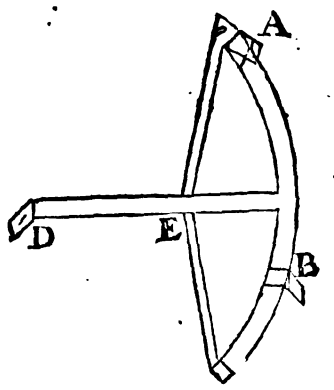
Proponatur quadrans A B C inſtructus in centro

Digitized by Google

tro A pinnula perforata, & in latere AB pinnula immobili B, Tertia autem perforata inſiſtat regulæ mobili in puncto D. Uſus erit ſi oculum admoveas pinnulæ D, & horizontem reſpicias per pinnulam A, & umbra pinnulæ B incidat in pinnulam A, obſervatis iiſdem cautionibus, clarum eſt angulum BAD ſeu arcum BD metiri elevationem ſolis. Nonnulli regulam non adhibent, ſed ſimplicem pinnulam mobilem ſecundùm circumferentiam quadrantis.



Antiqua baliſta ſolo quadrante, minus tamen intricato, conſtabat, qualem figura exhibet, ex ſola circumferentia 90 graduum, & ſagitta DE compoſitum. Nonnulli addebant duas plagulas, ut firmior evaderet, ita ut videretur baliſta. Poſſent adhiberi duæ pinnulæ immobiles A & D, oculuſque pinnulæ mobili B admoveretur, ad obſervandam elevationem ſolis ex umbra, vel oculus admoveretur pinnulæ D, ad obſervationes ſtellarum peragendas.



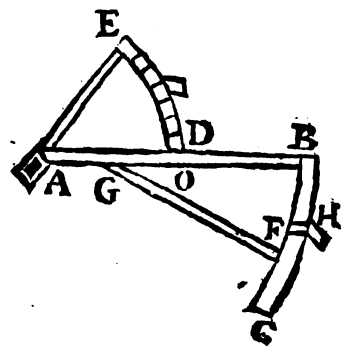
PROPOSITIO XXXII.

Problema.

De quadrante Anglico.

Quadrans Anglicus cruce Geometrica præſtantior eſt, eò quòd gradus inſcribantur magnitudinis debitæ, ita ut minuta ſingula, aut ſaltem bina, & bina haberi poſſint, quæ graduum magnitudo realis eſt, & non ficta, nec orta ex obliquitate inſtrumenti.

Tota conſtructio quadrantis in eo poſita eſt, quod non omnes gradus dividendi ſunt in minuta, ſed tantum nonnulli, puta 30, quare ſemidiameter AB erit duorum pedum cum dimidio, & arcus BC erit 30 graduum. Eodem centro A, deſcribitur arcus minor DE 60 graduum dividendus tantum in denos, aut quinos gradus. Arcus autem BC non tantum in gradus, ſed gradus in tres partes ſubdividuntur, ſingulæque partes in 20 minuta, per circulos concentricos, eo modo quo diximus in propoſitione 28. Pinnula immobilis A ſitum obliquum obtinet, & cum radio AB angulum graduum 45 comprehendit, fiſſuram habet, ut trans illam videri poſſit horizon. Secunda pinnula immobilis eſt, in circumferentia arcus minoris DE, deberet eſſe parallela pinnulæ A. Tertia pinnula mobilis & perforata decurret circumferentiam majoris arcus BC.



Uſus facilis eſt. Oculus pinnulæ mobili FH ita admovetur, ut detegatur horizon per pinnulam A, & umbra pinnulæ immobilis incidat in eandem pinnulam A, quare tamdiu movenda eſt pinnula FH donec id accidat. Altitudo ſolis componetur ex arcu minori, & majore.

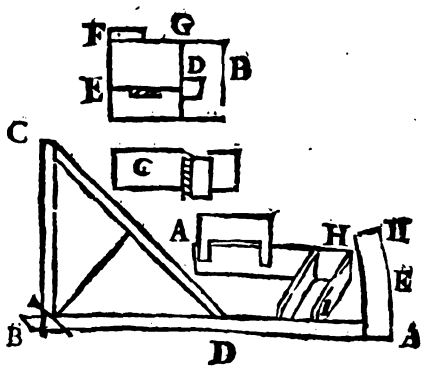
In obſervatione ſtellarum oculus pinnulæ A admovetur, ut in aliis inſtrumentis.

PROPOSITIO XXXIII.

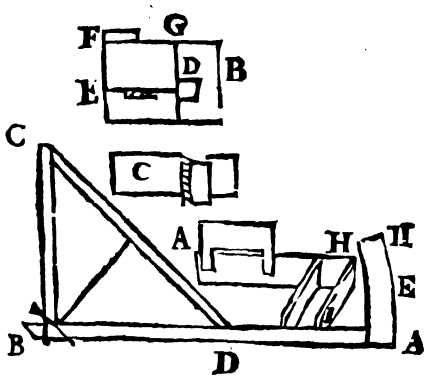
Correctio quadrantis Anglici.

Multa reprehendi poſſunt in quadrante Anglico, præcipuè verò quod pinnula arcus minoris, non ſit ſemper parallela pinnulæ A, quod aliquem errorem poteſt inducere. Cum enim ut omnia ritè procedant, neceſſarium ſit notari duas lineas parallelas, in quas æqualiter cadant extremitates umbræ à pinnula immobili projectæ, ſupponitur pinnula immobilis parallela pinnulæ A.

Ut igitur aliena inventa non referam ſimpliciter, ſed aliquid addam de meo, ſimpliciorem eius ideam propono. Fiat ſquadra cujus latus AB ſit trium circiter pedum, ſintque BC, BD unius eiciter pedis, cum dimidio, diagonalis DC. Sit ex ligno diviſionum capace, ſicut arcus AE, deſcriptus ex B tanquam centro & dividendus in



gradus & minuta. Lineæ autem diagonali DC inſcribuntur gradus, eo modo quo diviſionem qua-



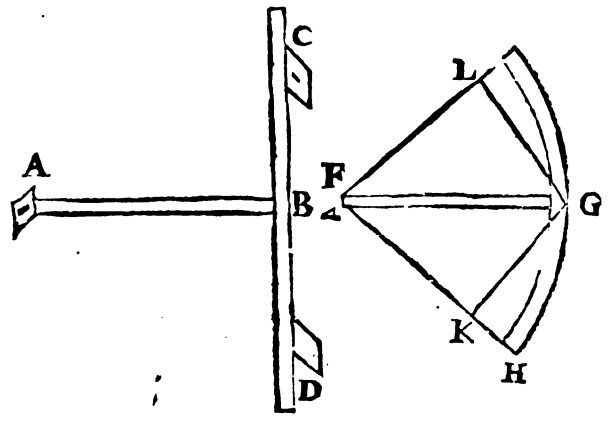
drati ſupra peregimus, per tabulas tangentium, aſſumpta in ſemidiametrum perpendiculari ex puncto A ad lineam DC ducta, arcus AE continebit 6 aut 7 gradus tantum, diviſos in minuta. Pinnula B obliqua eſt, & parallela lineæ DC cui pinnula immobilis inſiſtit. Pinnula mobilis cui eadem ac oculus admovetur inſiſtit arcui AE. Cætera ſunt in quadrato Anglico.

PROPOSITIO XXXIV.

Problema.

Aliud inſtrumentum facilius.

Ad quadrantem Anglicum referri poſſet duplex ſquadra, tribus inſtructa pinnulis, quarum una perforata & immobilis ſtatueretur in puncto A, ſecunda item immobilis lateri B C in ſolos



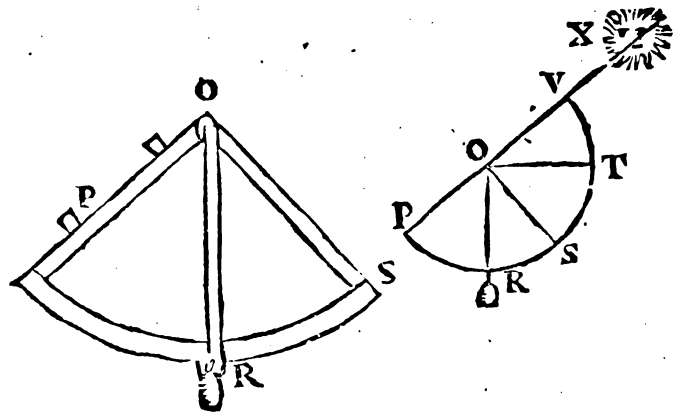
gradus diviſo inſiſteret, tertia latus BD in gradus & minuta diviſum decurreret, diviſio autem perageretur ope tangentium.

Quia tamen motus pinnulæ ſecundùm latus BD, aut GH; non ita facilis eſt, ideo regulam in puncto A mobilem probarem, quæ pinnulam mobilem præferret.

PROPOSITIO XXXV.

Problema.

Alii uſus quadrantis.



Omnes methodi obſervandæ altitudinis ſtellarum, principio erroribus obnoxio nituntur, ita ut modo communiter naucleri obſervationibus nocturnis, non fidant, atque adeo navigatio præſidio magni momenti deſtituitur.

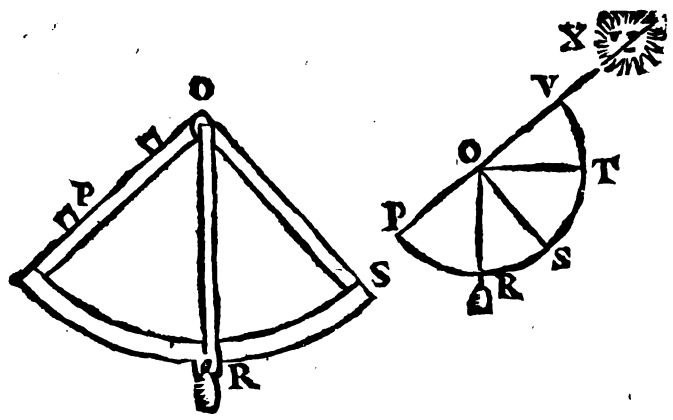
Ut aliquid certi in hac materia ſtatuamus, notandum eſt impoſſibile eſſe oculum ſimul & ſemel ad horizontem, & ad ſtellam dirigi, præcipuè verò ſi longius diſtent ab invicem, hoc eſt in magnis elevationibus. Adde quod in his regionibus horizon ita vaporibus cingitur, ut vix ſatis diſtingui poſſit, quare hanc praxin propono, qua oculus ad ſolam ſtellam, & non ad horizontem dirigitur.

Collocentur duæ pinnulæ immobiles ſupra latus quadrantis, quarum quæ in puncto P erit perforata in longum, quæ verò ab oculo remotior eſt, eſt exiguus clavus, & teres, ſic enim melius & facilius latus P O ad ſtellam dirigetur. Loco perpendiculi, regulam mobilem, pondereque gravatam collocabis, hæc modo non ſit ita facilè volubilis, ſed quantum ſufficit ut ad locum inferiorem à ſubjecto pondere deferatur, agitationem non patietur, quare ſi latus PO ad ſtellam dirigas, regulamque ſiſtas ubi primum ſtellam detexeris regula in quadrante ſtellæ elevationem indicabit, nempe arcum RS.

Demonſtratio. Linea O T ſit horizontalis, ſeu perpendicularis ad O R lineam perpendiculi, cum arcus V S, T R ſint quadrantes, ablato communi arcu T S, reſtabunt anguli RS, TV æquales, ſed arcus VOT, T eſt elevatio ſolis, ergo

arcus

Digitized by Google



ergo arcus ROS æqualis est elevationi syderis.

Quod verò hæc regula suspensa possit vices habere perpendiculi, ita ut motus navigii illi non officiat. Primò probat experientia: novi enim aliquem ex nostris qui cum ad Cayanam insulam navigaret, usus erat instrumentis quæ loco perpendiculi instruebantur. Secundò aliæ difficultates quas fœlici successu superavimus, posse & hanc vinci si modo cautiones nonnullæ adhibeantur, facilè persuadent. Quamvis enim Acus magnetica suo cardini innixa, ita sit mobilis, ut ad quemlibet navis motum agitetur, reddaturque propterea inutilis in mari, nihilominus si circulo chartaceo supponatur, & pixis tota quadruplici cardini innitatur, navis agitationem non sentiet. Secundò Horologia automata pendulis instructa à nobis transferri non possunt, quin vel minima vacillatio ea sistat, si tamen capsa quâ continentur probè suspendatur, non quidem simplici fune, sed globo convexo in hemisphærium concavum inserto, addito pondere centum librarum, puto navis agitationem nihil obfuturam. Immò facilè mihi persuadeo non tantum regulam pondere aliquo gravatam posse vices obire perpendiculi, sed ipsum quadrantem posse ita æquilibrari ut situm horizontalem constanter obtineat.

Figura regulæ talis esse potest, ut nempe latitudinem habeat congruam, sitque ita aperta ut gradus videatur, filum autem olosericum BC, minutum exactissimè secet.



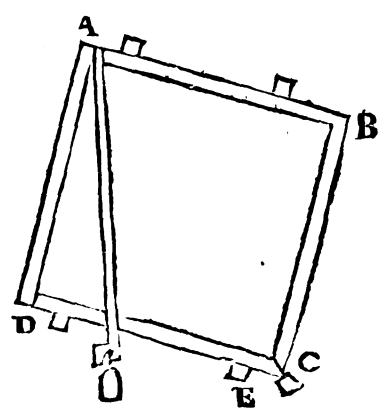
Probarem item telescopium loco pinnularum, sed eius tubus æreus afferruminandus esset lateri quadrantis, tum examinandum foret an specillorum refractio aliquem errorem induceret. Hoc examen in loco stabili fieri posset, conferendo nostrum quadrantem, cum alio jam probato. Additur & filum tenue pervadens tubum æreum, quod inter observandum supra sydus videtur. Hoc instrumento solaris elevatio posset observari, addito tamen vitro viridi, ad castigandum nimium solis fulgorem.

PROPOSITIO XXXVI.

Problema.

De alio usu quadrati geometrici.

Quia quadratum facilius construitur quam quadrans circuli, appositè eodem modo quadratum adhibebimus, quò quadrantem usurpamus, hoc est ut regulam pro perpendiculo substituamus. Divi-



datur plana quadrati superficies in gradus, immò etiam in minuta, latus AB, aut DE pinnulis instruatur, aut in quovis alio loco modo sint lateri AB parallelæ. Possent aliæ apponi dioptræ in AC, & tunc latus DC exhiberet altitudines à gradu quadragesimo quinto, ad nonagesimum, cum verò pinnulæ D & E, usurpabuntur eædem divisiones lateris DC, exhibebunt syderum elevationes à primo gradu ad quadragesimum quintum, atque ita sola squadra ADC sufficeret.

PROPOSITIO XXXVII.

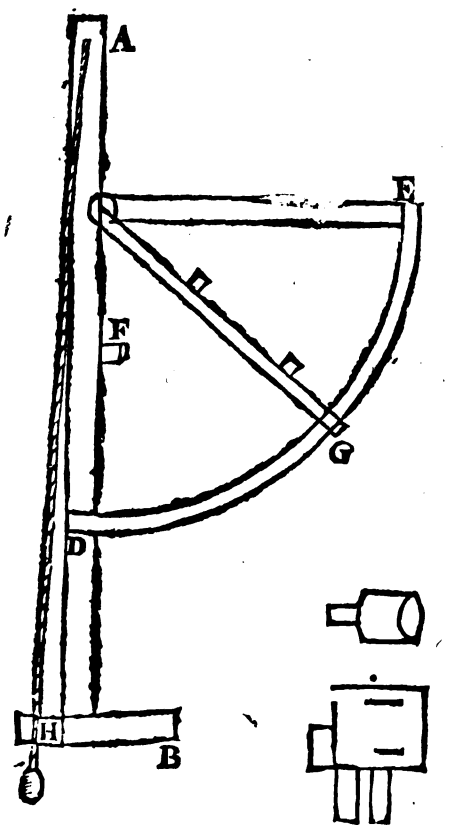
Problema.

Quadrantem circuli virtualiter augere.

Suppono quadrantem circuli in gradus divisum, immò in quinos tantum gradus. Unum eius latus producatur, & ex A ut centro, intervallo AH describatur arcus quinque aut 6 graduum, subdivisus in minuta. Addatur regula G pinnulis instructa, & volubilis circa centrum

Digitized by Google

trum quadrantis, puncto verò A addatur perpendiculum.



Usus talis erit erit. Regulam G gradui elevationis solis æstimatæ admove, tum radium solarem per eius pinnulas trajice, vel stellam respice per easdem pinnulas, tunc perpendiculum AH exhibebit gradus minuta addenda, vel subtrahenda ab altitudine æstimata. Hoc forsitan instrumentum erit inutile in mari, propter navigii motum; posset tamen esse usui quoties fit excensio, ad observandas portuum aut promontoriorum elevationem poli. Cum enim balista aliaque nauclerorum instrumenta, horizonte libero egeant, inutilia sunt in ora maritima, atque ita non corriguntur mappæ hydrographicæ. Ut autem ostendam me jure id asserere. In reditu triremium Gallicarum ab expeditione Candiensi, ab uno ex Naucleris latitudinem illius urbis expetii, quam dixit se non potuisse observare, eò quòd cum triremes in Insula Standiæ stationem habuissent, nunquam liberum horizontem nactus esset.

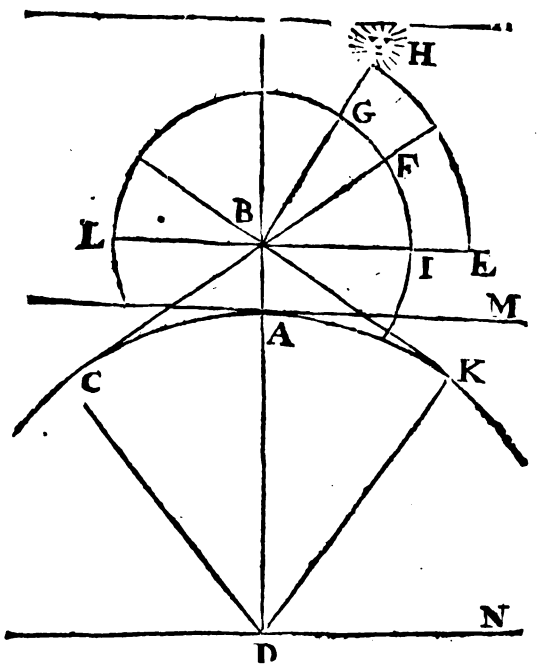
PROPOSITIO XXXVIII.

Observata solis elevatio per umbram sumpto limbo maris pro horizonte, minor est verâ.

Miratus sum aliquando nonnullos authores, qui de re nautica egerunt dubitasse, an aliquid addendum esset, vel subtrahendum ab altitudine syderum observata, eò quòd oculus aliquibus pedibus supra maris superficiem extaret, cum demonstratio ita in oculum incurrat, ei qui vocum significationem percipit, quid nomine horizontis intelligamus, quid dum asserimus tellurem respectu cœli esse instar puncti, ut nullus restet dubii locus.

Dico ergo elevationem solis ex umbra observatam, assumpto pro limbo maris pro horizonte, esse minorem verâ, & errorem eò majorem esse, quò oculus elevatior fuerit.

Demonstratio. Sit maximus telluris circulus KAC, verbi gratia meridianus cœlesti meridiano subjacens. Oculus sit B, eius Altitudo AB, eius



verus horizon erit linea LBE, perpendicularis ad BE lineam perpendiculi, parallela horizonti verò per centrum terræ D ducto. Qui autem per umbram elevationem solis observat, respicit limbum maris per lineam F B C, quam pro suo horizonte assumit, quare pro arcu GI elevationis solis, observat tantum arcum G F, eam igitur minorem verâ deprehendit.

Alia demonstratio. Linea B C cum horizonte LB angulum LBC comprehendit, æqualem angulum ADC; angulus enim LBC est complementum anguli CBD, cum angulus LBD rectus sit. Pariter in triangulo BCD cum angulus C rectus sit, angulus D erit complementum anguli LBD, anguli ergo LBC & D sunt æquales: sed arcus AC metitur angulum D, quare linea visualis ad superficiem maris ducta, cum linea horizontali angulum tot graduum, & minutorum comprehendit, quot continet arcus telluris quem intuetur. Uno verbo linea visualis BC tangit superficiem telluris in puncto C, atque adeo est horizon puncti C, cum igitur ille qui ex umbra solis elevationem observat, septentionem respiciat, eius linea visualis erit horizon loci borealioris, sed quo magis ad Nord proceditur, elevationes syderum ad Austrum spectantium minores sunt, ergo observatio ita facta, elevationem exhibet verâ minorem.

PROPOSITIO XXXIX.

Theorema.

Observata stellæ elevatio, assumpto limbo maris pro horizonte, major est verâ.

Vide figuram præcedentem.

Si observetur stellæ elevatio antrorsum ut vocant, assumaturque limbus maris pro horizonte, dico observatam elevationem esse majorem verâ.

Demonstratio. In eadem figura, qui observat solis aut stellæ elevationem statuit pro suo horizonte lineam BK, quæ tangit superficiem maris,

in

Digitized by Google

in puncto K, certum est arcum H E esse veram solis aut stellæ distantiam, sed usurpat pro horizonte lineam BK, invenitque altitudinem GBK, pro GBE. Spectat igitur versùs Austrum, assumitque pro suo, horizontem regionis magis ad Austrum spectantis, sed quò magis ad Austrum procedimus, eò sydera Australia elevatiora apparent, igitur observatur elevatio major verâ.

PROPOSITIO XL.

Theorema.

Observatio syderis præcisa est, dum pro horizonte assumitur linea perpendicularis ad lineam perpendiculi.

Vide figuram præcedentem.

Si observatio dirigatur perpendiculo, seu regulâ gravatâ aliquo pondere hoc est si pro horizonte assumatur linea perpendicularis ad lineam perpendiculi, dico observationem præcisam esse, nullaque correctione indigere.

Demonstratio. Supponamus in figura præcedente ductas esse lineas DN, AM, BE, perpendiculares ad B D lineam perpendiculi, clarum est idem esse sive utamur linea D N, sive A M, sive BE; diameter enim telluris ita parva est respectu cœli, ut sit instar puncti, atque adeo duæ lineæ parallelæ per duo puncta telluris ductæ, idem physicè cœli punctum attingunt.

Dixi duas lineas parallelas, si enim angulum aliquem comprehendunt, arcum totidem graduum, & minutorum in cœlo abscindent.

Quare facilè detegitur hallucinatio eorum, qui talem correctionem detegunt, unus enim dicit se non notasse Tychonem Brahe ullam correctionem suis observationibus adhibuisse dum è solario, aut dum ex loco humiliori observaret.

Respondeo, nulla fuisse opus correctione, quia perpendiculum in dirigendis instrumentis adhibebat, hoc est horizontali linea, quæ esset ad lineam perpendiculi ad rectos angulos, utebatur.

Alter vero dicit quod si telluris diameter mille & centum leucarum errorem seu parallaxin non inducit trium minutorum, elevatio oculi mille pedum supra superficiem telluris, nullum omnino inducet.

Respondeo, me admittere ratiocinium, si agatur de lineis inter se parallelis, non autem de lineis ad invicem inclinatis, qualem ostendi esse lineam visualem ductam ad limbum maris. Facilè totam hanc demonstrationem ad praxin revocare possumus, nempe probare, an praxis Theoriæ respondeat; si enim duplici methodo, ex rupe ad oram maris sita, elevationem observemus nempe assumpta in horizontem linea visuali, & linea perpendiculari ad perpendiculum facilè diversitatem inveniemus.

PROPOSITIO XLI.

Problema.

Methodus supputandæ correctionis observationibus adhibendæ, propter altitudinem oculi.

Vide figuram præcedentem.

Ostendi *in* (*propositione* 37) angulos LBC, & ADC esse æquales, sed linea DB est secans anguli ADC, & linea AB est excessus secantis anguli quæsiti supra semidiametrum. Si ergo sint 60 miliaria Bononica in uno gradu terræ, erit 3431 milliarium, seu pedum Bononiensium 17155000 tabulæ autem sinuum habent pro semidiametro 10000000, ita ut ratio semidiametri tabularum, ad semidiametrum realem terræ sit ut 10000000 ad 17155000, vel si velis aliquid negligere, ut 10 ad 17.

Si ergo determinare velis quantum extare debeat oculus supra superficiem aquæ, ad hoc ut linea visualis cum vera horizontali comprehendat angulum duorum minutorum; cum secans duorum minutorum sit 10000002, excessus illius supra semidiametrum erit 2. posito semidiametro terræ 1000000. Sed semidiameter terræ est 17155000. Fiat ergo ut 10000000 ad 17155000, vel ut 10 ad 17, ita, 2 & invenio pedes $3\frac{2}{5}$, hoc est si lignum quodcumque mari tranquillo innataret, illud à duobus milliaribus viderem oculo supra superficiem extante tribus pedibus & $\frac{2}{5}$. Aliàs composueram parvam tabulam existimans oculum nunquam elevatiorem esse pedibus 20, quia tamen nonnulli in carchesium ascendunt, ut observent, alias tabulas majores placuit attexere, supputatas secundùm pedem Bononiensem quem puto terrestrem esse, hoc est in uno gradu terræ invenire 60 milliaria ad pedem Bononiensem exacta.

Digitized by Google

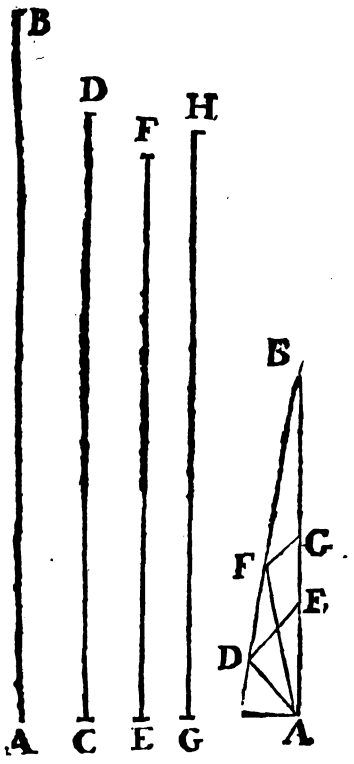
Pedes Bononienſes.	Minuta.
$3\frac{22}{5}$	2
7	3
12	4
19	5
27	6

Pedes Bononienſes.	Min.	ſe	Pedes Bononienſes.	Mi.	ſe.
1	1.	7	25	5.	49
2	1.	32	30	6.	18
3	1.	42	40	7.	22
4	2.	7	50	8.	15
5	2.	20	60	9.	8
6	2.	45	70	9.	48
7	3.	3	80	10.	38
8	3.	11	90	11.	9
9	3.	24	100	11.	43
10	3.	37	200	16.	38
11	3.	48	300	20.	19
12	4.		400	23.	27
13	4.	7	500	26.	13
14	4.	16	600	28.	47
15	4.	25	700	31.	4
16	4.	36	800	33.	12
17	4.	42	900	35.	14
18	4.	47	1000	37.	8
19	5.	0			
20	5.	7			

1000 pedes Bononienſes efficiunt pedes Pariſienſes 1170.

Uſurpo potius pedem Bononienſem quam alium quemlibet, eò quòd eum exiſtimem cum pede Bononienſi coincidere. Hic autem ad pedem Pariſinum eandem habet rationem ac 1686 ad 1440, & ad pedem Rynlandicum ut 1686 ad 1390.

Tabula ſupputata à Domino Denis Dieppenſi, ſupponit telluris ſemidiametrum nimis parvam, ut infra demonſtrabo.



Linea AB eſt quarta pars pedis Bononienſis ſeu terreſtris.

Linea CD quarta pars pedis Pariſienſis.

EF quarta pars pedis Rynlandici.

GH quarta pars pedis Romani tempore Veſpaſiani.

PROPOSITIO XLII.

Problema.

Uſus tabulæ.

Uſus tabulæ facilis eſt. Si enim metiaris pede Bononienſi altitudinem oculi ſupra ſuperficiem maris: hanc altitutinem quære in tabula, invenies è regione minuta addenda vel ſubtrahenda ab obſervatione. Verbi gratiâ ſupponamus obſervatam fuiſſe ſolis altitudinem per umbram quadraginta quinque graduum & min. 25. nempe aſſumpta linea viſuali tangente ſuperficiem maris, pro horizontali, oculo elevato pedibus 19, hunc numerum quæro in tabula, & invenio è regione 5 minuta quæ addenda ſunt, quare ſolis elevatio erit graduum 45 min. 30. Si verò numerus pedum elevationis oculi non reperiatur in tabula, uſurpanda erit regula trium. Verbi gratiâ ſupponamus obſervatam eſſe altitudinem ſtellæ graduum 40 min. 15, & oculum elevatum eſſe pedibus 43. Primò invenio in Tabula pedibus 40 reſpondere min. 7. 22. & pedibus 50. reſpondere min. 8. 15. ſubtrahe minorem ex majori reſtant ſecunda 53 pro eorum differentia. Inſtituenda eſt regula trium; ſi differentia decem pedum à 40 ad 50 dat ſecunda 53, differentia trium pedum à 40 ad 43 dabit ſecunda fere 16, addenda minutis 7. 22, fientque min. 7. 38 quæ ſi ſubtrahas ex altitudine inventa gr. 40 min. 15 reſtabit altitudo 40. 7. 22.

Facilè examinari poteſt hæc tabula. Si enim duo aſcendant in carcheſium unuſque obſervet elevationem ſolis ex umbra, alius verò directè, differentia obſervationum erit dupla numeri tabulati. Ut ſi malus ſit altus pedes 50, differentia obſervationum erit minutorum 16. ſec 30.

PROPO

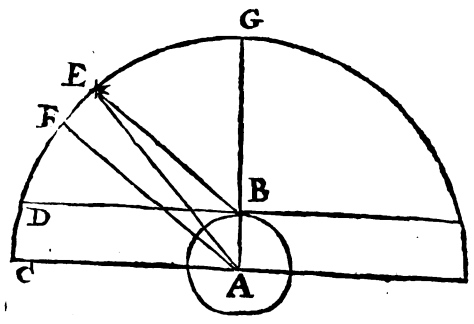
Digitized by Google

PROPOSITIO XLIII.

Theorema.

De Parallaxi.

Parallaxis nihil eſt aliud quam differentia inter altitudinem ſyderis relatam ad horizontem rationalem, & relatam ad ſenſibilem.



Sit centrum terræ A, punctum ſuperficiei ſit B, aſtrum ſit in E, angulus EBD erit altitudo ſolis relata ad horizontem ſenſibilem BD, & EAC erit ejus altitudo relata ad horizontem rationalem ducta parallela FA, angulus FAE, aut illi æqualis AEB differentia inter utramque quam parallaxin vocamus.

Demonſtratio. Clarum eſt (*per* 28. 1. *Eucl.*) angulos FAC, EBD æquales eſſe, angulus igitur EAF eſt differentia inter utramque elevationem.

Quia autem horizon rationalis A C per centrum telluris ductus cœlum dividit bifariam, ad illum potius obſervationes noſtra exigimus, quam ad ſenſibilem, ideoque elevatio ſyderis ad horizontem rationalem relata dicitur vera altitudo; relata verò ad ſenſibilem vocatur apparens. Cum igitur apparens altitudo ſemper minor ſit verâ, addere debemus parallaxin obſervationibus noſtris, ut veras elevationes ſyderum habeamus.

Aſtronomi in parallaxi ſolis non conveniunt. Pater Ricciolius plurimique alii illi tribuunt parallaxin Semiminuti, Lansbergius ei duo minuta aſſignat, & Tycho tria, quare puto negligi poſſe parallaxin Solarem, quare nulla opus erit tabula. Si Lambergium ſequi volueris altitudini obſervatæ, adde duo minuta uſque ad quinquageſimum gradum unum minutum à quinquageſimo gradu ad 78. Stellæ fixæ parallaxi carent.

PROPOSITIO XLIV.

Theorema.

De Refractionibus.

Refractio eſt differentia inter locum ſyderis verum, & eum in quo videtur propter vapores, & exhalationes quæ ſunt in aëre. Doctrinam refractionum ſuppono ex dioptrica. Sufficiat ad præſens inſtitutum, quod ſicut exhalationes & vapores, ita radios ſolares imminuunt, dum eſt horizonti proximus, ut multò major appareat, & ſtellæ multò magis ſcintillent: pariter eædem exhalationes eadem ſydera nonnihil attollunt, ut accidit corporibus ſub aqua demerſis, quæ altiora apparent.

Hollandi in navigatione Novæ Zemblæ exemplum refractionis luculentũ tradunt. Cum enim in nova Zembla ob gelu, & concretum mare hyemare coacti eſſent, obſervata pluries elevatione poli, & ſupputata die, qua ſol primum iis regionibus apparere deberet, pluribus enim menſibus eum non viderunt, eum tamen duobus aut tribus diebus citius viderunt, quam ferret ſupputatio, refractione ſcilicet ſolem attollente.

TABVLA REFRACTIONVM.

Gradus Elevationis.	*Refractio, Min.*	*Sec.*
0	31.	0
1	23.	0
2	17.	0
3	14.	0
4	12.	31
5	11.	31
6	10.	31
7	9.	53
8	8.	17
9	7.	33
10	7.	3
11	6.	34
12	6.	4
13	5.	35
14	5.	6
15	4.	36
16	4.	7
17	3.	38
18	2.	54
19	2.	10
20	1.	40
21	1.	11
22	0.	42
23	0.	24

Hic appono tabulam refractionum cujus uſus facilis eſt. Nam facta obſervatione ſubtrahere debes refractionem, ut ſi elevatio obſervata eſſet 10 graduum ſubtrahenda eſſent 7 minuta, reſtarentque 9 gradus min. 53. Si elevatio obſervata habet adjuncta minuta poterit eorum haberi ratio, ut ſi altitudo obſervata eſſet graduum 11, min. 25, accipienda eſſet refractio reſpondens 11 gradibus nempe 6, 34, & ab ea ſubtrahenda ſequens 6, 45 reſtabuntque 30. Tum inſtituenda regula trium, ſi mutatio elevationis per unum gradum ſeu 60 minuta, dat differentiam ſecundorum 30 quid dabunt 25 minuta, & invenio $12\frac{1}{2}$ quæ ſubtrahenda eſt ex prima refractione 6, 34, reſtabitque refractio 6, 22, reſtabuntque gradus 11, & 3 min.

PROPOSITIO XLV.

Theorema.

Nonnulli errores vitandi.

Inter obſervandum magna diligentia adhibenda eſt, ita ut nihil negligatur.

1. Inſtrumentorum diviſio ſit exacta.

2. Si

2. Si lignea ſunt inſtrumenta cavendum erit ne inflectantur, aut luxentur.

3. Inſtruantur pinnulis, nam expertus ſum viſum facilè vagari niſi coërceatur.

4. Solis elevatio tantum obſervetur, ſi quis limbi ſuperioris altitudinem obſervet, ab ea 15 minuta ſubtrahat ut centralem habeat; vel 15 minuta addat, ut ex limbo inferiori ad centrum aſcendat.

5. A ſolis penumbrâ cavendum eſt, quia fallax eſt, ideoque umbræ uterque limbus obſervetur.

6. Periculoſiſſimus error erit, ſi obſervationem ad tuam æſtimationem accommodes. Solent enim nonnulli naucleri, latitudinem ad quam pervenerunt prius æſtimare, quam altitudinem obſervent. Deinde ſupputant quam ſol debeat habere elevationem meridianam, ut talis concludatur latitudo. Tum ita obſervant, ut ſemper inveniant id quod æſtimarunt, atque ita ſolem corrigunt. Quod eſt ita manifeſtum, ut dum incipiunt obſervare ſemihorâ circiter ante meridiem, omnes obſervationes conveniunt, in decurſu tamen diſcrepent, unoquoque ſolem ad ſuum ſenſum detorquente. Idem accidit dum ſtellæ polaris altitudinem obſervant; in ea enim conveniunt, in rumbo tamen differunt. Si hoc verum ſit, ut audivi à nonnullis, obſervationes redduntur inutiles. Quare ipſi navarchi obſervare debent, ſeveriuſque caſtigare naucleros, qui malè, aut non ſincerè obſervent, quàm eos qui in ſua æſtimatione aberrant.

DE NAVIGATIONE

LIBER TERTIVS.

De Pixide magnetica.

HODIERNA navigatio tota fere pixidi magneticæ tanquam præcipuo fundamento innititur, quare illius uſus præcipuos, & correctiones hoc ſecundo libro explicanda ſuſcipio. Inter hujus temporis inventa recenſetur, cum certum ſit quidquid velint in contrarium aliqui; Antiquorum nullum, neque ipſum Salomonem pixidem nauticam, aut magnetem in navigationibus uſurpaſſe. Verum quidem eſt virtutem attractivam magnetis, quâ nempe ferrum ad ſe allicit antiquis fuiſſe cognitam; aſſero tamen virtutem directivam, qua ad Septentrionem, & Auſtrum dirigitur eos penitus latuiſſe. Scio nonnullos intellexiſſe de pixide Nautica nomen hoc Verſoria *quod in Plauto invenitur, ſed ineptè, cum hæc vox nihil aliud ſignificet, quam eum funem qui extremitati carbaſi annexus eſt.*

Ignoratur quo præcisè tempore Europæi magnetem ad navigationes dirigendas adhibuerunt. Nonnulli exiſtimant Paulum Venetum hunc magnetis uſum ex Sina in Europam advexiſſe circa annum ſalutis 1260. *Auget autem ſuſpicionem quod primus magnetis uſus idem fuit, ac is qui apud Sinas ad finem uſque præteriti ſæculi fuit uſurpatus, hoc eſt ut magnes aquæ innataret. Poëta Gallicus illius circiter temporis, ita eum his verſibus deſcribit; loquens enim de ſtella polari ait:*

Icelle eſtoile ne ſe muet,
Un Art font, qui mentir non puet,
Par vertu de la marinette,
Qui eſt une pierre noirette,
A la quelle le fer volontiers ſe joingt.

Hæc vox marinette *quæ ranam ſignificat indicat magnetem ſuberi impoſitum in aqua æquilibratum fuiſſe, ut nempe facilius ad Auſtrum, & ſeptentrionem dirigeretur. Amalphitani in regno Neapolitano, pixidem nauticam ſibi arrogant, aſſeruntque concivem ſuum illius fuiſſe inventorem circa annum* 1300. *Potuit fieri ut methodum æquilibrandæ acus magneticæ invenerit. Volunt nonnulli lilium ubique pro Septentrione indicando appoſitum eſſe ſignum evidens in Gallia hujuſmodi pixidem aut inventam, aut ſaltem excultam fuiſſe. Pixidis igitur nauticæ compoſitionem diviſionem, uſus, correctiones & proprietates hoc tertio libro explico.*

PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO I.

Problema.

Conſtructio Pixidis nauticæ.

Ptimò paretur pixis lignea concava, circularis, vel quadrata, 4 au quinque digitos craſſa, & quinque aut 6 lata.

In ejus centro infigatur ſtylus teres, & acuminatus ad angulos rectos, modus autem quo ei ſitus perpendicularis tribuitur facilis eſt. Deſcriptis enim ex puncto in quo inſeritur pluribus circulis concentricis, debet diſtantia apicis à circumferentia undique æqualis eſſe. Stylus æreus eſſe debet, & apex exactè tornatus, nonnulli chalybeam affertuminant cuſpidem, quam acui non nocere aſſerunt nonnulli, quamvis in eo nonnullam patiat difficultatem. Cavendum præcipuè ne cuſpis obtundatur, quod quia nonnunquam accidit, ideo Maſſilienſes pixides ita ſunt compoſitæ, ut inferiori parte aperiri poſſint. Fundum enim ita cohæret, & coagmentatur, ut nullus aëri externo aditus pateat: quare pelle delicata & ſubtili inſtrui debet fiſſura, eo modo quo organi pythaulicæ arculæ. Potius aperienda eſt parte inferiori, quam ſuperiori, nam vitrum cum ligno pice, & reſina coagmentatur.

Dum pixide nautica non utimur, etiam tunc ſitum connaturalem obtinere debet, ut roſa ad Auſtrum, & boream dirigatur, quia in tali ſitu acus chalibea virtutem magneticam melius fovet.

Capitellum quod cuſpidi ſtyli imponitur, conicum & cavum eſſe debet, ut cuſpidem ſtyli excipiat communiter æreum eſt, ſi tamen vitreum foret, facilius volveretur. Hoc capitellum etiam exterius conicum eſt, & in centro roſæ collocatur ita perpendiculariter, ut in nullam partem inclinet.

Capitello ſimplex acus non afferruminatur, ut in horologiis horizontalibus, eſſet enim nimium mobilis in navi continuò vacillante; expertus enim ſum ſimplicem acum in navi eſſe prorſus inutilem. Quare ſatius eſt ut acus impoſitam roſam chartaceam deferat, quia cum ab ea æquilibretur, aliquid firmitatis acquirit. Dabo autem inferius modum deſcribendæ, & dividendæ roſæ.

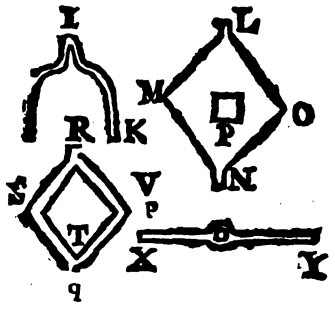
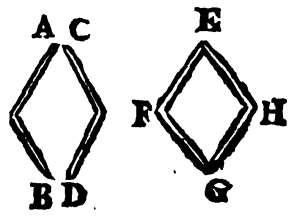


Figura acus quæ roſæ chartaceæ ſubjicitur varia eſſe poteſt. Primò quidem ſimplex acus qualem figura XY exhibet, poſſet uſurpari. Videtur tamen inſufficiens ad dirigendam roſam. Secunda figura erit Rhombi, ita ut duo fila chalybea non cojuncta roſæ ſimpliciter annectantur, ut vides in AB, CD. Hic tamen modus diſplicet quia extremitates A & C eundem polum ſpectantes, ſe invicem elidunt, & pugnant, ut explicui in tractatu de magnete. Deinde fit ne hujuſmodi fila roſæ agglutinentur, gluten enim rubiginem



inducit. In hos errores impingunt Maſſilienſes artifices, proptereaque pixides habent minimè præciſas, ſed quæ eodem in loco, & eodem die diverſis declinationibus ſint obnoxiæ, ut experientia comprobavi.

Debent igitur ita duo extrema filorum, ita coaleſcere, ut unum efficiant, propterea nonnulli ea complicant in ſpiras, quod improbarem.

Diſplicet item figura IK, atque LMNO, quæ lamina conſtat chalybea, cum certum ſit laminam non ſat appoſitè magneticam virtutem excipere.

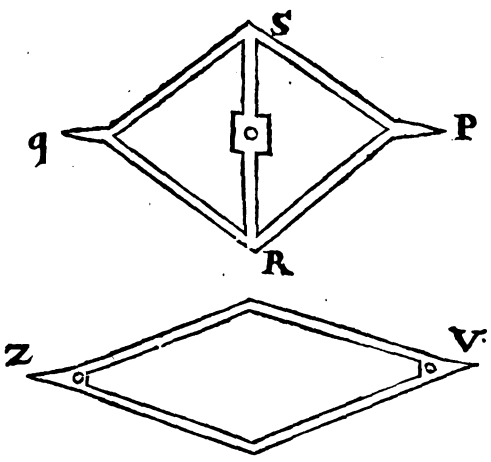


Figura item PRqS non videtur ſatis apta, propter lineam RS quæ diſponi deberet Eſt, Oueſt cótraria nempe virtuti magneticæ. Omnium apta videretur, ſi ex lamina chalybea componeretur qualem in VZ exhibui, latera tamen eius ita ſuper incudem contunderentur ut figuram cylindricam induerent, ſic enim eorum pori in longum dirigentur. Temperatur item acus, moderatè tamen, ſi enim durior evaderet poroſque haberet omnino obſtructos, virtutem magneticam vix exciperet: neque etiam nimis mollem, ne ſtatim effluant ſpiritus magnetici; quare temperatura ad cæruleum colorem vergat.

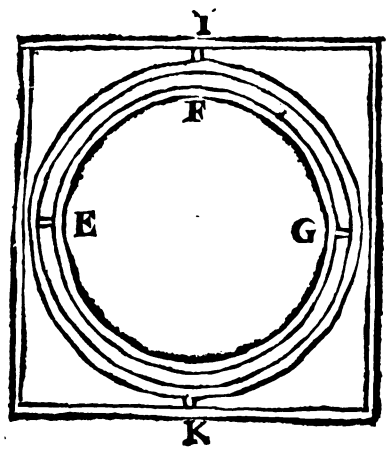
Pixis corrigenda non eſt, acum obliquè detorquendo, ut ſi notata ſit declinare uno Rhumbo ad Nordeſt, non propterea acus ſubjicienda erit quartæ Nord ad Nordeſt, nec fieri debent ullæ pixides pro aliquo determinato loco, ut pro Arenatiis pulvinis quæ ante Canadam jacent. Quia nempe declinationes magnetis mutabiles ſunt, ſuiſque periodis ſubjacent, quare ſimplices conſtruendæ ſunt, & quilibet nauclerus in ſingulis locis, declinationem obſervabit. Pariter mappæ hydrographicæ pixidi nauticæ non correctæ aptandæ non ſunt propter mutationem declinationis.

PROPOSITIO II.

Problema.

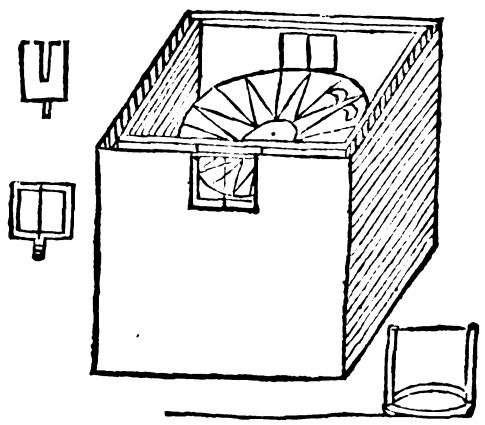
Variæ pixidum formæ, ad declinationem obſervandam accommodatæ.

Nulla eſt difficultas in perficienda reliqua pixide, ſi ſoli directioni navis accommodari debeat, debet enim ſuſpendi additis duobus circulis æreis, infra eius limbum. Primus EFG pixidi adhæret, duobuſque cardinibus E & G in circulum exte-



riorem inſeritur, qui pariter aliis duobus Cardinibus I & K perpendiculariter ad priores diſpoſitis, in pixide exteriori æquilibratur. Pixis autem interior gravatur in parte inferiori aliquo pondere, ut exactius ſit æquilibrium, cæteras partes utpote faciliores miſſas facio.

Paulò major occurrit difficultas in perficienda pixide variationis, hoc eſt quæ accommodata ſit,



ad ritè obſervandam declinationem magneticam, præcipuè verò ſole oriente, aut occidente. Nonnulli duas feneſtellas immediatè ſub limbo pixidis faciunt, quas claudunt vitro pellucido, addita pinnula ſeu dioptra in una, in altera verò filo tenui benè tenſo.

Alii loco hujuſmodi feneſtellarum excitant ſupra limbum duas cuſpides diametraliter oppoſitas, intus verò notam inurunt lateri pixidis, immediatè ſub his cuſpidibus.

3. Poſſet imponi pixidi circulus æreus ferè vacuus, excepta circumferentia in 360 gradus diviſa, & diametro quæ centrum præferret, cui ſtylus infigi poſſet.

Vellem item addi ſuſpenſorium toti pixidi, ut nempe oculo facilè admoveretur; cum enim de noctè rumbus ſtellæ obſervandus eſt, oculus quam proximè pixidi eſt applicandus, quod difficillimum eſt, niſi pixis elevetur.

PROPOSITIO III.

Theorema.

De Plagis, ſeu Rumbis.

Plaga ſeu rumbus in hac materia, eſt circulus verticalis, tranſiens per Zenith, & horizontem perpendiculariter ſecans, quos explicui propoſitione 22 libri præcedentis.

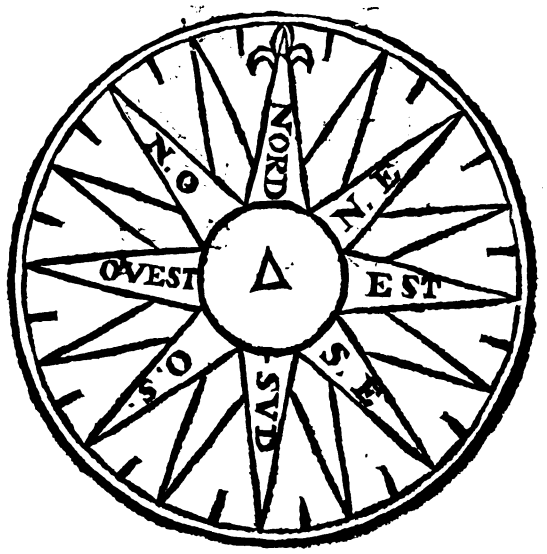
Hi circuli verticales communem habent cum horizonte ſectionem, atque has communes ſectiones in roſa ducimus, & notamus; quare lineæ rumborum eoſdem circulos verticales repræſentant. Si ergo cuilibet globi terreſtris puncto exiguam roſam rumborum applicemus, poterimus deſcribere circulos ab hujuſmodi lineis repræſentatos. Cum horizon ad libitum dividi poſſit, roſa pixidis cujuſcumque diviſionis erat capax. Nihilominus quia diviſio nimis minuta proponi non debuit naucleris, ideo convenerunt omnes Europæi, ut horizontem in triginta duas partes dividerent, quæ diviſio facillima eſt, utpote quæ procedat per diviſionem arcus in duas partes æquales. Ut autem melius hæ lineæ diſtinguantur, iis nomina dedimus illius venti qui ab illa plaga ſpirat; quare dum nominamus plagã ſeu Rumbum Nord, ſignificare nolumus boream adſpirare, ſed proram navis dirigi ad eam plagam è qua boreas ſpirat.

Omnes Europæi ut dixi in eo conveniunt ut roſam pixidis in 32 plagas diſtantes ab invicem gradibus $11\frac{1}{4}$ dividant quamvis enim horizontem in plures partes dividere poſſimus verbi gratia in 360 gradus, hæc tamen diviſio ita minuta ei, qui ſedet ad clavum proponi non debuit. Cum enim navigii motus modo ad dexteram, modo ad ſiniſtram deflectat, inutile videretur tantam præciſionem exigere, præcipuè cum nautæ tantæ ſpeculationis capaces non ſint.

PROPOSITIO IV.

Problema.

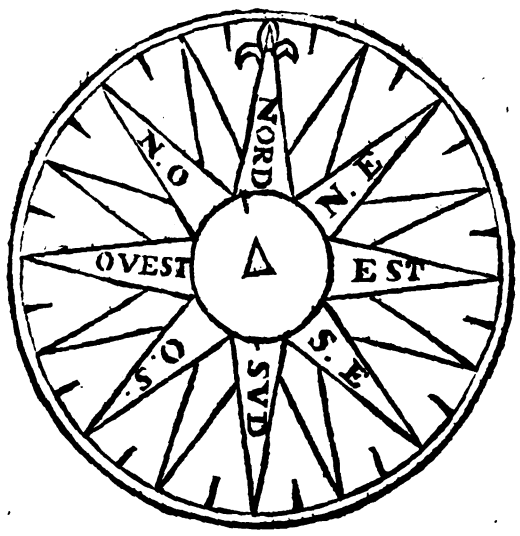
De diviſione Roſæ uſurpari ſolitæ in Oceano.



Aliæ ſunt rumborum appellationes uſurpari ſolitæ à nationibus, quæ Mediterraneo mari adjacent

Digitized by Google

cent, aliæ verò quibus utuntur ii qui ad oram maritimam Oceani degunt. Lusitani, Hispani,



Galli Occidentales, Flandri, Hollandi, Dani Suecí, Angli voces Germanicas, aut à lingua Germanica derivatas in appellandis rumbis adhibent. Quatuor præcipui seu Cardinales sunt Nord Septentrio: Sud Meridies: Est Oriens: Oüest Occidens; ex quibus reliquæ appellationes, per repetitionem componuntur: N. O, significat Noroüest rumbum inter Septentrionem & Occidentem: N. E, Nordest, inter Septentrionem, & Orientem; S.O, Sudoüest inter Meridiem & Occidentem: S. E, Sud-Est inter Meridiem & Orientem.

Alii intermedii adhuc per repetitionem formantur: NN. O, Nord Noroüest inter Nord & Noroüest: O. N. O, Oüest Noroüest: O.S.O, Oüest-Sudoüest: S.S.O, Sud Sudoüest: S.S.E, Sud Sudest: E.S.E, Est Sudest: E.N.E, Est Nordest: N.N.E, Nord-nordest.

Alii venti per quartas nominantur Nord quard de Nordest: Nordest quard de Nord.

Hæc prima lectio traditur Tyronibus, ut navim appositè dirigant per rombum imperatum, nec omnino hallucinentur. Hos rumbros in diaria referri debent, notarique suis characteribus, ut sequens tabula indicat quæ incipit à Nord procedítque ad Orientem.

N, Nord.
N $\frac{1}{4}$ N E, Nord quard de Nordest.
N N E, Nord Nordest.
N $\frac{1}{4}$ N, Nordest quard de Nord.
N E, Nordest.
N E $\frac{1}{4}$ E, Nordest quard d'Est.
E N E, Est Nordest.
E $\frac{1}{4}$ N E, Est quard de Nordest.
Est.
E $\frac{1}{4}$ S E, Est quard de Sudest.
E S E, Est Sudest.
S E $\frac{1}{4}$ S, Sudest quard de Est.
S E, Sudest.
S E $\frac{1}{4}$ S, Sudest quard de Sud.
S S E, Sud Sudest.
S $\frac{1}{4}$ S E, Sud quard de Sudest.
Sud.
S $\frac{1}{4}$ S O, Sud quard de Sudoüest.
S S O, Sud Sudoüest.
S O $\frac{1}{4}$ S, Sudoüest quard de Sud.
S, Sudoüest.
S O $\frac{1}{4}$ O, Sudoüest quard de Oüest.
O S O, Oüest Sudoüest.
O $\frac{1}{4}$ S O, Oüest quard de Sudoüest.
O, Oüest.
O $\frac{1}{4}$ N O, Oüest quard de Noroüest.
O N O, Oüest Noroüest.
N O $\frac{1}{4}$ O, Noroüest quard de Oüest.
N O, Noroüest.
N $\frac{1}{4}$ N, Noroüest quard de Nord.
N N O, Nord-Noroüest.
N $\frac{1}{4}$ N O, Nord quard de Noroüest.
Nord.

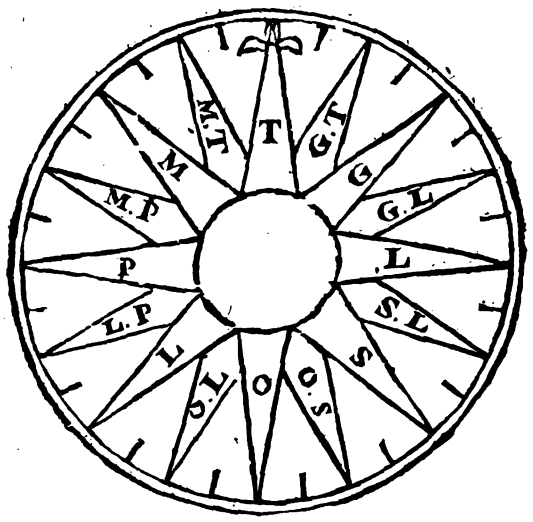
Hi rumbi seu plagæ potius usurpantur, ut distinguatur punctum horizontis ad quod prora dirigitur, quam ut cognoscatur quis ventus spiret: Cum enim navigatio perficiatur non tantum vento postico, sed etiam obliquo, immò & ferè contrario, parum sunt solliciti navarchi, ut speciem venti ad minutias usque distinguant; suamque curam impendunt, ut navis non aberret à via, sed dirigatur ad locum quem petit, omnis enim aberratio in via, in maximum errorem excurrit. Verè quidem Navarchi tenentur referre in diarium speciem venti spirantis, quia à vento, & à directione dependet derivatio, seu aberratio, sed hæc non advertunt nisi dum ventus est quadrantalis.

Dixi lineas rumborum in pixide nautica notatas repræsentare circulos verticales, quorum sunt communes sectiones cum horizonte, ita ut si semper in eandem partem procederetur, seu perficeretur circulus, ab ea linea indicatus describeremus maximum circulum, tandemque ad locum unde profecti sumus rediremus: ut si Massilia solverem per rumbum Sudest, si huic circulo constanter insisterem, totum circuirem terrarum orbem. Sed notandum est ut id perficerem, non fore usurpandum semper rumbum Sudest, circulus enim verticalis, qui Massiliæ cum rumbo Sudest coincidit, pro alia regione non est amplius Sudest. Si igitur utor semper rumbo Sudest pixidis nauticæ, necessariò hunc primum circulum desero, & alium assumo, ut fusius explicabo sequenti libro.

PROPOSITIO V.

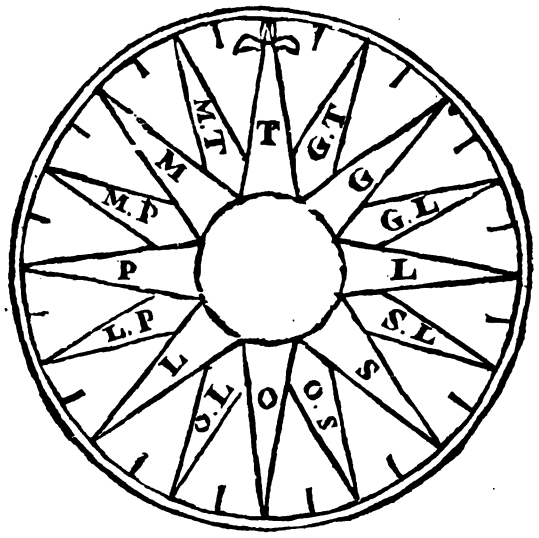
Problema.

[Divisio Rosæ nauticæ usurpata ab incolis oræ maritimæ Mediterranei maris.



Omnes accolæ oræ maritimæ Mediterranei maris, in vocibus nauticis conveniunt, ita ut Turcæ

ipſi tam in Mioparonibus, quam in triremibus eas uſurpent. Dividunt igitur roſam Magneticam



in triginta duas partes: ea pars quæ lidio inſignitur dicitur T, *Tramontana*, Meridies dicitur *Oſtro*, Oriens *Levante*, Occidens *Ponente*. Inter Septentrionem & Orientem Græcus, inter Septentrionem & Occidentem Magiſtralis collocatur. *Siroco* inter Meridiem & Orientem ſitus eſt. *Lebeſch*, ſeu Garbi inter meridiem, & Occidentem ponitur, atque ita octo voces habemus primarias T, *Tramontana*: G, *il Græco*: L, *Levante*: S, *Siroco*: O, *Oſtro*: Leb, *Lebeſch*: P, *Ponente*: M, *Maëſtro*.

Alios octo intermedios per repetitionem habebimus G T, *Græco-Tramontana*: MT, *Maëſtro-Tramontana*: M P, *Maëſtro-Ponente*: LP, *Lebeſch-Ponente*: OL, *Oſtro-Lebeſch*: OS, *Oſtro-Siroc*: SL, *Siroc-Levante*: GL, *Græco-Levante*.

Alii rumbi intermedii vocantur quartæ: Quarta Tramontanæ cum Græco: quarta Græci cum Tramontana: quarta Græci cum Levante: quarta Levantis cum Græco: quarta Levantis cum Siroco: quarta Syrii cum Levante: quarta Syrii cum Oſtro: quarta Auſtri cum Syroco: quarta Oſtro cum Lebeſch: quarta Lebeſch cum Oſtro: quarta Lebeſch cum Ponente: quarta Ponentis cum Lebeſch: quarta Ponentis cum Maëſtro: quarta Maëſtri cum Ponente: quarta Maëſtri cum Tramontana: quarta Tramontanæ cum Maëſtro. Etymologia harum vocum à locis à quibus oritur ventus deducitur. Tramontana enim dicitur eò quòd hic ventus reſpectu Romæ à montibus adſpiraret: Græcus à Græcia: Siroc à Syria: Oſtro Auſter: Lebeſch, Lybicus: Garbino ab inſula Gerbes.

PROPOSITIO VI.

Problema.

Uſus pixidis nauticæ.

Præcipuus pixidis nauticæ uſus in ea proprietate magnetis poſitus eſt, nempe quod acus magneticæ excitatæ uno extremo ad Septentrionem, alio verò in Auſtrum dirigantur. Quæ igitur lineæ Nord & Sud ſubjicitur, ita roſam detorquet, ut lilium ſemper Septentrionem, & punctum oppoſitum meridiem reſpiciat, atque ita cæteræ plagæ ad propria horizontis puncta dirigantur. Cum igitur idem ſit roſæ nauticæ, ac horizontis centtum, & circuli concentrici ſimiliter per lineas à communi centro ductas dividantur, & acu roſam in ſitu connaturali continente; poſſumus quocumque tempore oſtendere in horizonte, Septentrionem Auſtrum, Orientem, Occidentem, cæteraſque plagas, ſi nempe oculo lineas roſæ nauticæ producamus.

Hoc igitur in pixide nautica habemus, ut omnes plagas prout jacent nobis exhibeat, quod navis directionem facillimam reddit: quod in exemplo & in praxi melius, quam longiori ſermone percipimus.

Suppono igitur navim Maſſilia Melitam ſolvere, & nauclerum adhibita mappa hydrographica animadvertere, ad luſtrandam inſulam Divi Petri quæ Sardiniæ inferiori adjacet, inſiſtendum eſſe plagæ Sudeſti ſeu Siroc. Pixidem nauticam ita diſponit, ut index, ſeu nota quæ in latere pixidis inuſta eſt, directè reſpondeat proræ. Tum obverſo temone, aut velis ita detorquet navim, donec linea Sudeſti in pixide notata, reſpondeat notæ pixidis; dico his peractis proram navigii directam eſſe ad lineam Sudeſti.

Demonſtratio. Prora reſpondet huic notæ pixidis, ex ſuppoſitione; ſed linea Sudeſti eidem notæ reſpondet; ergo prora, ſeu linea ducta à puppi ad proram cum linea Sudeſti, congruit.

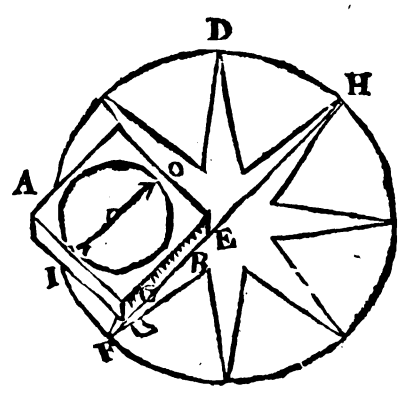
In quo elucet maximè præſtantia hodiernæ navigationis, ſupra antiquam, nempe quod tam facilè dirigatur navis cœlo obſcuro, & nubibus obſito, quam ſereno, de nocte, quam de die, in aperto, quam in ſentina, ita ut navis non poſſit ne tantillum quidem à via deflectere, quin nota pixidis recedendo à plaga propoſita errorem detegat.

PROPOSITIO VII.

Problema.

Alii uſus acus magneticæ.

Quia ſæpe compaſſus nauticus vitiari poteſt, & reddi inutilis, aliquas praxes propono dirigendæ navis, ope cujuſlibet acus magneticæ.



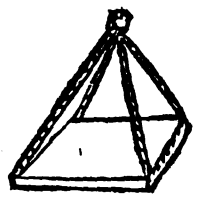
Suppono haberi ſimplicem acum magneticam, eamque valde parvam, qualem habent horologia portatilia. Deſcribatur roſa rumborum. Itaque imponatur aſſerculo bene librato, ut rombus per quem inſtituenda eſt navigatio, verbi gratiâ D rombus Sudeſti, ad proram vergat: tum ita detorqueatur navis, ut acus horologii, roſæ impoſiti, ſit

Digitized by Google

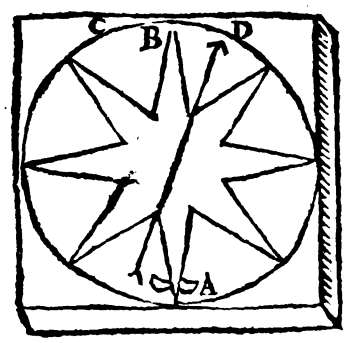
ſit parallela lineæ FH Nord & Sud, dico proram ad Sudeſtum directam eſſe.

Demonſtratio. Linea IO horologii reſpicit meridiem, cum acus magnetica illi inſiſtat, igitur linea FH ipſi parallela meridianum reſpicit, igitur roſa ſitum nacta eſt congruentem, & ejus omnes rumbi cum rumbis horizontis ſibi congruunt: ſed rombus Sudeſti ad proram ſpectat; ergo prora Sudeſtum reſpicit.

Poſſet eſſe difficultas in æquilibrando aſſerculo, ſi tamen quatuor funibus in unum coeuntibus ſuſpendatur, & ſubtus pondere convenienti gravetur, æquilibrabitur.



Si rumbi deſcripti ſint in fundo horologii horizontalis, eo ita uteris. Dirigatur linea Nord & Sud roſæ, ad proram & puppi, itáque detorqueatur navis, donec acus tantum deflectat, ad Occidentem quantum rombus propoſitus declinat ad orientam. Ut ſi procedendum eſſet per Sud Sudeſt, acus inſiſtere deberet Rombo Sus Sudoueſt.



Demonſtratio. Punctum D ad Auſtrum pertinet, cum acus ei inſiſtat; ergo punctum B tantum declinat à puncto meridiei verſus ortum, quantum punctur recedit à puncto B verſus occaſum.

Poſſem[illegible]tem uti ſimplici acu, quæ ſuberi in aqua nat[illegible]mponeretur; ſingulæ naves optimum magne[illegible]nabere deberent.

PROPOSITIO VIII.

Problema.

Pixidum nauticarum varia accidentia.

Non poſſum quin invehar in plurimorum nautclerorum deſidiam, qui cum probè norint pixidem nauticam eſſe præcipuum navigationum inſtrumentum, à quo ſalus omnium & vita poſita eſt, eam tamen ita negligunt ut etiam ſi fiant maximæ expenſæ in reliquo apparatu, malè collocatum unum nummum exiſtiment in comparanda optima pixide nautica.

Hi poſſunt committi defectus in conſtruenda pixide.

Primò nonnunquam clavis ferreis aſſerculi connectuntur, & ſuſpenſorium habet cardines ferreos. Quamvis enim ejuſmodi clavi; quia non nihil ab acu magnetica diſtant, eam omnino non attrahant, abducunt tamen pluribus gradibus, & nonnunquam rumbo integro. Ex hoc ortæ ſunt navigationes detortæ, & aberrationes improviſæ, quarum exempla proferre poſſem innumera. Id ſemel Maſſilienſi artifici exprobravi, quia tamen tales pixides plures perfecerat, & naucleri nunquam conqueſti fuerant, de ſententia deduci non potuit.

Secundò cuſpis ſtyli nonnunquam obtunditur, & capitellum nonnunquam deteritur, aut rubiginem contrahit, aut ſordes.

Tertiò charta incurvatur, tangitque latera pixidis, vitrum, aut fundum.

Quartò in majoribus navigationibus dum ad æquatorem accedimus, inclinatur roſa ad Auſtrum, habent enim hoc acus magneticæ ut inclinentur ad polum telluris propiorem. Quod experiri potes, in pixide nautica. Si enim roſa ſit æquilibrata antequam acus magnetem perſentiſcat, ubi magneticè excitata fuerit, ad boream inclinabitur. Si ergo accidat ut roſa inclinetur, aperienda erit pixis, & addendæ nonnullæ guttæ ceræ Hiſpanicæ ut reſtituatur æquilibrium.

Quintò nonnunquam roſa magnetica circa ſuum cardinem volvitur, quod ſibi bis accidiſſe aſſerit Matthematicus Pariſienſis. Cum in acervo lapidum pixidem magneticam impoſuiſſet, ſed ſtatim in priſtinum reſtituitur.

Sextò maximus defectus pixidis nauticæ erit declinatio, cui corrigendo reliquam partem hujus libri impendimus.

PROPOSITIO IX.

Theorema.

De magneticorum declinatione.

Si magnes, & acus magneticè excitatæ nulli declinationi eſſent obnoxiæ, haberemus principium certum navigationis, nempe rumbum ſeu plagam, quam decurriſſet navis, & inſuper lineam meridianam exactam, ſubſidium maximum omnibus obſervationibus peragendis; quia tamen nobis non contigit ita eſſe beatis, ut hanc variationem corrigamus, ad ſyderum obſervationes recurrendum eſt.

Hæc magneticorum declinatio in dubium modo revocari non poteſt, cum ad 30 gradus aliquando perveniat, ut volunt nonnulli, & ſaltem certum ſit quod ſupra magnum pulvinum ante Canadam ad duos rumbos, ſeu ad 22 gradus extendatur. Nulli regulæ hactenus cognitæ hæc declinatio ſubjacet, cum ſub eodem meridiano, & ſub eodem parallelo varia deprehendatur, immò varietur in eodem loco, habeatque ſuam petiodum.

Duplex eſt variatio magnetica, Orientalis, & Occidentalis. Orientalis dicitur cum Lilium quod Septentrionem directè ſpectare deberet ad Orientem deflectat. Occidentalis ſi ad Occidentem. Dicitur roſa magnetica Noroueſtare, & Nordeſtare, & in mediterraneo mari Maeſtreliſare, & Græcalizare. Non refero hic variorum authorum conatus, ut hanc declinationem aliquibus regulis adſtringerent.

Nonnulli existimaverant à tellure obduci acus magneticas, ita prope Americam Noroveſtare, prope Europam Nordeſtare, in medio tractu nulla eſſet declinatio. Scio unum ex Patribus noſtris in reditu Americæ poſt fœdam exanthlatam tempeſtatem, prædixiſſe non longè eſſe Europam; eò quòd acus Nordeſtaret, & eventum reſpondiſſe cogitatis. Nonnulli volunt in inſula Corvi, quæ inter Azoridas recenſetur, acum magneticam declinationis expertem eſſe, propterea que in ea appoſitè figi primum Meridianum, ab eo autem declinationem fieri Orientalem uſque ad Promontorium *de las aguglias*, prope promontorium Bonæ ſpei, ita ut in medio tractu ſit maxima verſus inſulam Triſtani, ubi tredecim graduum deprehenditur.

Hæ tamen regulæ tantum ad tempus valent, cum ut dixi periodicam mutationem patiatur pro eodem loco. Ita erat Orientalis undecim graduum Londini anno 1584, anno 1622. 6 graduum, anno 1634. 4 graduum.

Pariſiis anno 1610, fuit Orientalis 8 graduum, anno 1640 trium graduum, anno 1676 fuit trium graduum Occidentalis.

Propter hanc declinationis variationem ſuperfluum exiſtimavi catalogum declinationum texere, eam tamen & obſervare, & notare debent naucleri, eorum enim obſervationes aliquando utiles evadent, ut aliqua excogitetur hypotheſis.

PROPOSITIO X.

Problema.

Primus modus obſervandæ declinationis magneticæ.

Cum ſoleamus ſolis altitudinem meridianam obſervare, ut latitudinem concludamus, poſſumus eâdem operâ declinationem invenire.

Pixis nautica ſoli exponatur, ſtylumque in ejus centro erige notando in ſingulas ſolis obſervationes, gradum roſæ nauticæ, in quem cadit eius umbra, vel ſi tali ſtylo inſtructa non eſt pixis, notatur umbra fili ſupra vitrum extenſi. Melius tamen filum onuſtum plumbo ſeu perpendiculum, ita pixidi admove, ut eius umbra per centrum pixidis tranſeat, notato gradu circumferentiæ roſæ, in quem cadit, ſi idem perficias donec ſolis elevatio deſcreſcat, maximæ ſolis elevationi reſpondens gradus erit meridianus, nempe gradus quem umbra fili indicat, & tanta erit declinatio Magnetis quantum ab eo gradu lilium ad ortum, aut ad occaſum diſtabit.

Quia tamen verſus meridiem, ſolis elevationes aliquandiu in eodem ſtatu permanent, error poterit irrepere unius, aut alterius gradus.

PROPOSITIO XI.

Problema.

Secundus modus obſervandæ declinationis Magneticæ, nempe per ſtellarum elevationes.

Hæc praxis à ſuperiore vix diſcrepat, niſi in modo obſervandi gradus roſæ cui reſpondet ſtella, quod perfici poteſt reſpiciendo per feneſtellas, vel per dioptras quæ limbo pixidis additæ ſunt.

Alii perpendiculum adhibent, quod ita ſuſpenſum tenent inter oculum, & pixidem ut centrum eius, & centrum ſtellæ ſecare videatur, gradus circumferentiæ in quem filum cadit, eſt is cui reſpondet ſtella. Opus autem eſt ut illuminetur pixis. Obſervanda igitur eſt ſæpius elevatio ſtellæ, quæ ad meridianum accedit, & in ſingulas vices notandus eſt gradus roſæ cui reſpondet. Omnium maxima altitudo erit meridiana, & gradus roſæ cui reſpondebat ſtella, erit meridianus, à quo quantum ad ortum aut ad occaſum deflectat lilium, tanta erit declinatio.

Hæc praxis eidem ſubjacet periculo erroris.

PROPOSITIO XII.

Problema.

Tertius modus obſervandæ declinationis Magneticæ, ſtellam polarem adhibens.

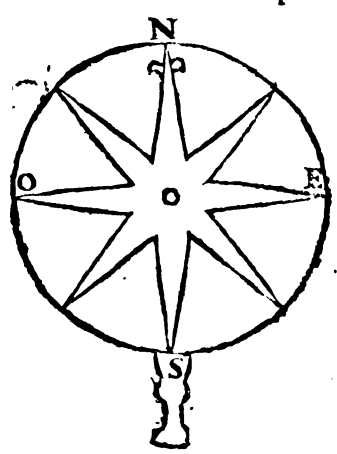
Stella polaris à polo non niſi duobus gradibus & viginti quinque minutis digreditur, & anno 1700 duobus tantum gradibus cum 20 minutis diſtabit, quare ſi obſervemus gradum pixidis nauticæ cui reſpondet ſtella polaris, certum eſt quod verum Nord aut Sud ab eo non pluribus quam duobus gradibus cum triente diſtabit.

Certum eſt ſecundò ſi obſervetur gradus pixidis nauticæ, cui reſpondet ſtella polaris dum in meridiano ſive ſupra ſive infra polum verſatur; is cum verò Nord, aut Sud congruet. Habemus autem nonnulla ſigna quibus dignoſcimus, an meridianum attingat. Quamvis autem nonnihil hallucinaremur, quia tamen eius circulus ita parvus eſt, multum temporis inſumit, ut recedat à polo, uno gradu.

Notæ autem ſunt quæ indicant ſtellam polarem in meridiano verſari, quoties enim quæ in femore Caſſiopeiæ ita eſt meridiano ſubjacet, polaris eundem circulum attingit, quare ſi perpendiculum utramque ſtellam ſecet, & tertium equum majoris currus attingat, hoc eſt proximum anterioribus rotis, tunc ſtella polaris eſt in meridiano, & altior polo, quare ſi ab eius altitudine duos gradus cum 25 minutis ſubtrahas habebis altitudinem poli.

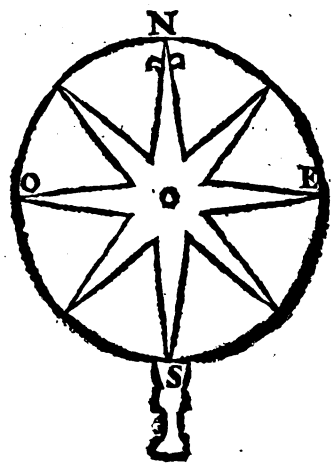
Pariter ſi ſtella femoris Caſſiopeiæ jaceat infra ſtellam polarem, ita ut perpendiculum utramque ſecet, tunc ſtella polaris meridianum planum infra polum attinget.

Tertiò Nocturlabium adhibere poſſumus. Eſt



autem Nocturlabium circulus diviſus in 24 horas, aut in triginta duos ventos Nord ſuperiorem

riorem, & Zud ſuperiorem locum occupat, inſtruitur regula mobili in centro perforatâ. Si ergo reſpiciendo ſtellam polarem per foramen clara *guardiarum* ut vocant, deprehenditur in



circulo horæ veſpertinæ decimæ cum quadrante, vel inter Sud Sudoueſt, & Suduoueſt quard Sud. Si item duæ extremæ rotæ majoris currus in circulo horæ primæ cum tribus quadrantibus poſt mediam noctem, vel inter Sud Sudeſt, & Sudeſt quard Sudeſti vel genu Cephei eſt in una hora cum tribus quadrantibus poſt meridiem ſeu inter Nord Nordoüeſt & Noroueſt quard Nord ſtella polaris in meridiano ſupra polum.

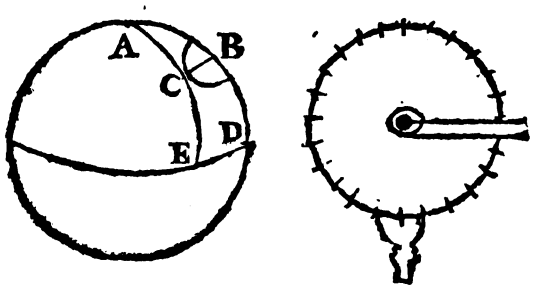
Vel ſi prædictæ ſtellæ fuerint in rumbis, aut circulis horariis oppoſitis ſtella polaris in meridiano infra polum verſabitur.

PROPOSITIO XIII.

Problema.

Quartus modus obſervandæ declinationis magneticæ ſtellam polarem adhibens.

Hæc praxis exactior eſt præcedenti, quia nempe ſtella polaris, in circulum horæ ſextæ matutinæ, aut veſpertinæ diutius eidem verticali inſiſtit. Adhibe ut prius Nocturlabium, & ſtellam polarem per foramen reſpice; ſi ultimus equus majoris currus præcisè ad Oueſt, & ſtellam femoris Caſſiopeiæ ad Eſt, ſtella polaris in circulo horæ ſextæ matutinæ verſabitur.



Vel quando clara *Guardiarum* verſabitur in circulo horæ quartæ matutinæ cum quadrante, ſtella Polaris erit in circulo horæ ſextæ veſpertinæ, vel ſi fuerit clara in circulo horæ quartæ veſpertinæ cum quadrante, ſeu paulo poſt Noroüeſt $\frac{1}{4}$ Oüeſt, ſtella polaris erit in circulo horæ ſextæ matutinæ.

Quando duæ rotæ poſteriores majoris curtus attingent horam ſeptimam matutinam cum tribus quadrantibus, ſtella polaris erit in Oüeſt; erit autem in Eſt ſi hæ poſteriores rotæ horam ſeptimam veſpertinam cum tribus quadrantibus attingant.

Cum certò conſtabit ſtellam polarem eſſe in rombo Eſt, ſi pixidem conſulas gradumque notes ſtellæ reſpondentem, is diſtabit duobus gradibus cum triente à vero Nord, ſi tamen fueris prope æquatorem; quod ſi ab eo longius diſtes, major etiam erit diſtantia.

Demonſtratio. Polus ſit B, Zenith A, ſtella polaris C, horizon DE; punctum E exhibet gradum cui ſtella polaris reſpondet, & punctum D eſt verum Nord. Supponamus elevationem poli DB eſſe 40 graduum, AB eſt eius complementum 50 graduum, angulus ABC rectus eſt, quæritur arcus DE ſeu angulus BAC.

Fiat ut ſinus arcus AB 50 graduum
ad ſinum totum ſeu arcus AD 90 graduum;
ita tangens BC duorum graduum & 20 min.
ad tangentem ED.

Adde Logarithmum ſinu totius	10. 0000000
ad Logarith. tang. gr. 2. 20.	8. 6006767
habebis ſummam	18. 6006767
E qua ſubtrahes Log. ſinus Gr. 50.	9. 8842546
Reſtat Logarithmus tang.	8. 7164221

duorum graduum min. 51

PROPOSITIO XIV.

Problema.

Quintus modus obſervandæ Magneticæ declinationis per ſtellas circumpolares, quæ per verticem non tranſeunt.

Vide figuram præcedentem.

Hic modus exactus eſt, & facilis, reſpondetque praxi Aſtronomicæ qua quæritur linea meridiana. Adhibetur quæcumque ſtella circumpolaris cujus nempe circulus ad verticem non pertingit, utamur, verbi gratia, Clara Guardiarum, cujus diſtantia à polo non excedit 14 gradus & minuta 23. Obſervetur eius maxima diſtantia à rumbo Nord, quæ inveniatur graduum 30. Sit ergo (*in figura præcedenti*) polus B, Zenith A, ſtella C, formatur triangulum A C B cujus angulus C rectus eſt, cum circulus verticalis ACE tangat circulum in puncto C, per quod ductus eſt arcus C B tranſiens per polum minoris circuli; quare (*per 2. 2. Theodoſii*) arcus CB tranſit per polum verticalis circuli A C E, atque adeo angulus C rectus eſt ut inveniatur arcus D E, ſeu angulus D A E,

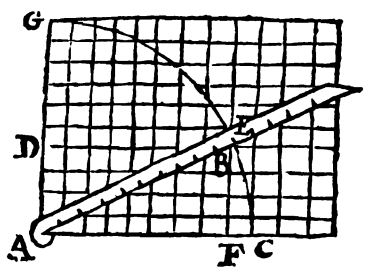
Fiat ut ſinus arcus AB complementi elevationis poli DB
ad ſinum totum;
ita ſinus arcus B C diſtantiæ ſtellæ à polo gr. 14. 23
ad quartum, invenienturque gradus 18, minuta 55 min.

Poſſunt adhiberi Logarithmi: hoc eſt adde Logarithmos ſinus graduum 14, 23, & ſinus totius, & ſubtrahe ex ſumma Logarithmum complementi elevationis poli, nempe 50 graduum, & reſtabit Logarithmus ſinus graduum 18, 55. Sed ſupponebatur obſervata diſtantia verticalis ſtellæ à polo fuiſſe 30 graduum. Subductis igitur 18, 55 ex 30

reſtant

reſtant gradus 11,5 declinatio Occidentalis lilii à vero Nord.

Idem triangulum ſolvi poteſt ſupra quadratum



reductionis quod proponam inferius. Numera ſupra regulã AB, quam volo eſſe diviſam in tot partes quot ſunt gradus in complemento elevationis poli, verbi gratia, in noſtro exemplo 50, ex A in B, ita ut quodlibet intervallum ſumatur pro duabus aut tribus partibus, pro quotquot volueris. Numera item in latere latitudinum nempe AD14 gradus,& min.23, ita volvatur regula donec punctum B in ea notatum attingat parallelum BD, Angulus BAC eſt is qui quæritur.

Idem præſtari poteſt ad partes Occidentales, non tantum pro clara Guardiarum, ſed etiam pro qualibet alia ſtella, ita ut qualibet hora noctis poſſit obſervari declinatio pixidis.

PROPOSITIO XV.

Problema.

Sextus modus obſervandæ declinationis Magneticæ per ortum & occaſum ſolis aut ſtellarum.

Obſerva gradus pixidis nauticæ, quibus ſol reſpondet quando oritur, & occidit. Arcum inter hos gradus interceptum divide bifariam, gradus ille intermedius erit verum Sud, & oppoſitus verum Nord, cui ſi congruat Lilium nulla erit declinatio, Lilij verò diſtantia erit declinatio.

Hieme quando dies ſunt noctibus minores, comparandus eſt ortus cum occaſu ejuſdem diei, ne tanta ſit diſtantia inter urramque obſervationem. Æſtate verò comparandus eſt occaſus unius diei, cum ortu ſubſequenti.

Idem haberi poteſt per ſtellas, nempe comparando gradus pixidis nauticæ quibus reſpondet ſtella, quando oritur, & occidit. Et ne tempus inter utramque obſervationem ſit nimium, aſſumi poſſunt ſtellæ valdè auſtrales quæ ſupra horizontem aliquibus tantum horis commorantur, vel Boreales quæ ſub horizonte breviſſimo tempore latent, ut ſtella quæ in extrema cauda majoris urſæ; hæc enim in latitudine graduum 38 vix una hora ſub horizonte deliteſcit. Quare ſi conſulas tabulam complementum declinationis dabit latitudinem in qua ſtella quælibet horizontem attingit.

PROPOSITIO XVI.

Problema.

Septimus modus obſervandæ magneticæ declinationis, per duas ejuſdem Sideris elevationes æquales.

Obſervetur ſolis elevatio duabus circiter horis ante meridiem & ſimul gradus pixidis nauticæ cui reſpondet. Obſervetur pluries poſt meridiem ejuſdem ſolis elevatio, donec inveniatur æqualis antemeridianæ, pariterque notetur gradus roſæ magneticæ, cui reſpondet. Arcus inter hos gradus matutinum, & pomeridianum interceptus dividatur bifariam, habebiſque verum Zud.

Hæc praxis transferri poteſt ad ſtellas, iiſque potiori jure convenit, eò quòd earum declinatio eadem perſeveret. Poſſunt autem comparari duæ elevationes æqualiter diſtantes, à puncto meridiano, in quo maximam habent elevationem. Sed etiam aſſumi poſſunt duæ elevationes ejuſdem ſtellæ, æqualiter diſtantes à puncto maximæ depreſſionis; intelligo de ſtellis borealibus, quæ attingunt circulum mediæ noctis inter polum, & horizontem.

PROPOSITIO XVII.

Problema.

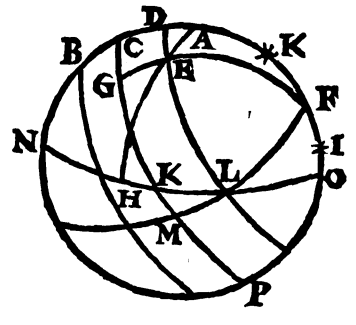
Octavus modus obſervandæ magneticæ declinationis, unica ſolis, aut ſtellæ obſervatione.

Hæc ſola praxis ſufficere poſſet, ad correctionem omnimodam pixidis nauticæ cum uſurpari poſſit quolibet tempore, unicaque egeat obſervatione.

Supponit autem haberi declinationem ſyderis. Sed tabula quatuor annorum exhibet pro quolibet die, & qualibet hora ſolis declinationem.

Quilibet item Nauclerus habere debet tabulam declinationis præcipuarum ſtellarum. Supponitut item cognoſci elevatio poli. Quæ quamvis non haberetur exacta, deficeretque aliquibus minutis immò & uno gradu, non eſſet maximè curandum, quamvis enim in declinatione Magnetis obſervanda error irreperet, unius, aut alterius gradus, non eſſet magni momenti.

Hoc problema invenitur in mea Trigonometria ſub hoc titulo tribus cognitis trianguli lateribus invenire quemlibet angulum. Ulac in ſuis tabulis

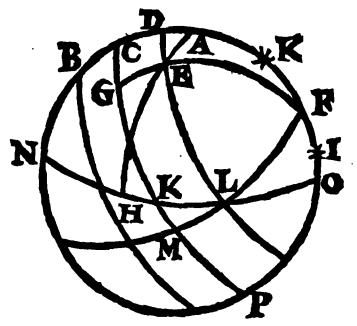


illud ita proponit. Data elevatione poli FO, altitudine ſolis HE; & FE complemento declinationis ſolis, ſeu eius à polo diſtantia, invenire eius

Azimut,

Digitized by Google

Azimut, ſeu verticalem, hoc eſt angulum HAO, ſeu arcum OH.



Si ergo obſervatur altitudo ſolis duabus, aut tribus horis ante meridiem, una cum gradu cui in pixide reſpondet, qui verbi gratia diſtet à meridiano 50 gradibus. Supponatur eſſe dies ultima Aprilis anni 1676, ſit altitudo ſolis HE graduum 47, & complementum eius EA 43. Declinatio ſolis pro eo die eſt graduum 15, min. 7: quia autem obſervatio eſt ante meridiem, ſubtraho ex declinatione unum, aut alterum minutum, ita ut declinatio ſit borealis graduum 15, min. 6, & complementum eius ſeu diſtantia ſolis à polo FE, erit graduum 74, min. 54. Quare in triangulo EAF habentur tria latera, nempe E F Gr. 74, 54, AE 43; & AF graduum 50; quæritur angulus EAF, ſeu arcus HO ex quo innoteſcit arcus HN.

Complementum Arithme. AE 43.	0. 1662167. A
Complementum Arithme. AF 50.	0. 1157460. B
Logarith. differentiæ lateris AE 40. 57.	9. 8165066. C
Logarith. differentiæ AF 33. 57.	7. 7469992. D
	19. 8454685. E
	9. 9227322. F
	Gr. 56. 48.
	Duplum 113. 36.
	Reſtat 66. 24.

Primò ſumo complementa arithmetica laterum AE, AF hoc eſt ſubtrahio logarithmum ſinus horum laterum, à logarithmo ſinus totius, reſtantque A & B complementa Arithmetica; Exinde facio ſummam trium laterum quæ invenitur graduum 167 & min. 54, & ſemiſummam 83, 57. Ex qua ſubtraho ſingula latera AE, AF, ut habeantur eorum differentiæ ex ſemiſumma, & ſcribo logarithmos ſinuum harum differentiarum, nempe C & D. Addo A, B, C, D, fitque ſumma E, cujus ſemiſſis F eſt logarithmus ſinus graduum 56, 48; cujus duplum 113, 36, eſt angulus EAF, ſeu arcus OH, quare reliquus HN erit graduum 66, 24. Si ergo à gradu cui ſol reſpondebat tempore obſervationis numeres gradus 66, 24, invenies verum Sud, & gradus ei oppoſitus erit verum Nord.

Eadem praxis adhibetur etiam quando obſervatio eſt pomeridiana, niſi quod procedendum erit ad contrarias partes.

Valet eadem methodus obſervata elevatione cujuſlibet ſtellæ notæ declinationis.

PROPOSITIO XVIII.

Problema.

Nonus modus obſervandæ Magneticæ declinationis in globo.

Quia quibuſlibet Naucleris praxes trigonometricas proponere non debemus, ſuperiorem praxin nonnihil mollire conabimur. Supponamus ergo obſervata ſolis altitudine, una cum gradu pixidis cui reſpondet, data item elevatione poli, & declinatione ſolis, problema ita ſoluere potes.

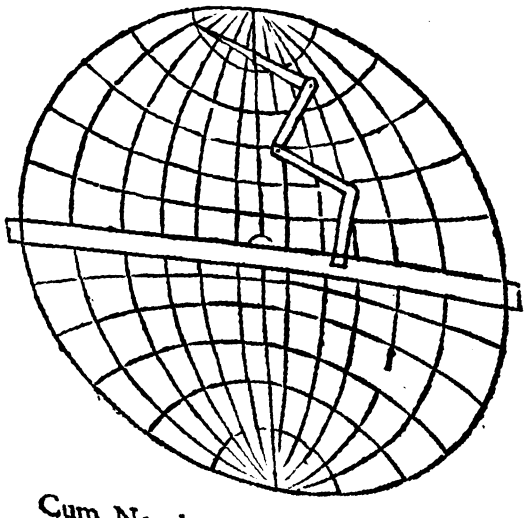
Diſponatur globus ſecundùm latitudinem tuæ regionis, elevato polo ſupra horizontem. Transferatur lamina ærea ad Zenit, in qua numerabis elevationem ſolis. Ita volvatur hæc lamina circa Zenith; donec locus ſolis attingat parallelum quem eo die decurrit, & quem eius declinatio indicat. Gradus horizontis inter meridianum, & laminam comprehenſi, exhibent diſtantiam veri Zud, à gradu pixidis, cui ſol reſpondebat.

Fuerit verbi gratia obſervata elevatio ſolis antemeridiana graduum 47, in latitudine graduum 40, ſole declinante ad boream grad. 15 min. 7. Attolle polum gradibus 40 ſupra horizontem, numera in lamina ad Zenith tranſlata, gradus 47, eamque ita voluve, donec gradus 47 luminæ inſiſtat parallelo declinanti ab æquatore gradibus 15 min. diſtabitque lamina à meridiano grad. 66, min. 24, Quare ſi numeres 66 gradus, & 24 min. in pixide nautica, initio facto à gradu cui ſol reſpondebat, invenies verum Zud.

PROPOSITIO XIX.

Problema.

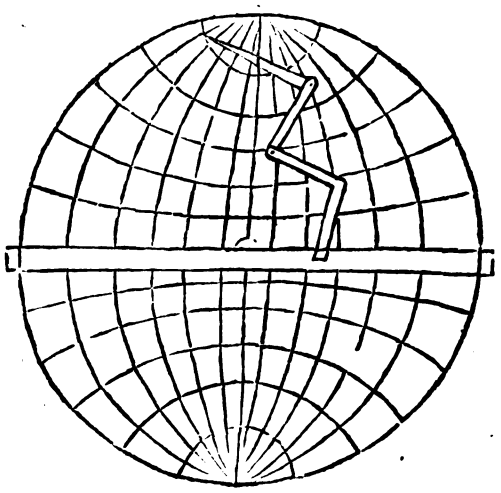
Decimus modus obſervandæ Magneticæ declinationis, per Aſtrolabium.



Cum Naucleri communiter globis majoribus careant,

Digitized by Google

careant, Aſtrolabiaque majora facilius habeantur, & transferantur, idem problema per Aſtrolabium univerſale ſolvendum propono. Intelligo autem per Aſtrolabium univerſale illud in quo mappæ geographicæ univerſales deſcribuntur. Poſſemus ergo uſurpare unum hemiſphærium hujuſmodi mappæ, niſi quod meridiani & paralleli ſint tantum ducti deni & deni, requirerentur autem ſinguli gradus. Deberet tale Aſtrolabium eſſe agglu-



tinatum aſſerculo, & inſtrui regula circa centrum volubili præferente brachiolum. Proponatur ergo ſuperius exemplum, nempe obſervata ſit altitudo ſolis graduum 47, in latit. graduum 40, ſole declicante ad boream gradibus 15, min.7. Ita diſponatur regula horizontem repræſentans ut polus ſupra illam elevetur gradibus 40. In tali ſitu brachioli apex admovetur puncto æſtimato paralleli declinantis ad boream gradibus 15 min.7. Tum regula ad æquatorem transferatur. Si tunc cuſpis brachioli diſtat ab æquatore gradibus 47, eadem indicabit verticalem in quo ſol exiſtit. Si verò brachioli index regula ad æquatorem tranſlatâ non incidit in 47 Almicantarath, repetenda eſt operatio, hoc eſt reducenda eſt regula ſecundùm latitudinem regionis & brachiolum promovendum ad aliud punctum paralleli declinantis 15 gradibus, reducendaque ad æquatorem donec indiculus inſiſtat gradui elevationis ſolis, indicabit enim verticalem circulum in quo ſol exiſtit, diſtantem à meridiano gradibus 66. Si ergo numeres gradus 66 initio facto ab eo gradu pixidis nauticæ cui ſol reſpondebat.

Tanti æſtimo hoc problema, ut propterea exiſtimem operæ pretium eſſe, ut propterea quilibet nauclerus habeat Aſtrolabium.

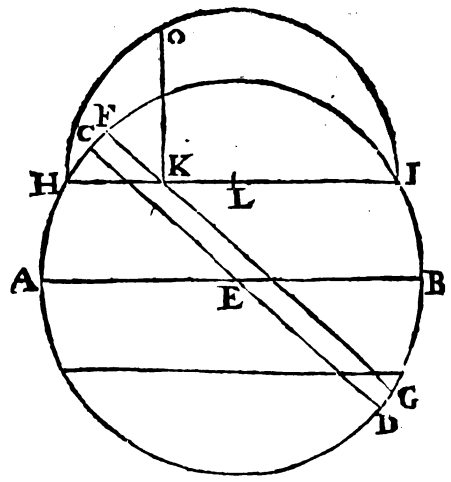
PROPOSITIO XX.

Problema.

Undecimus modus concludendæ Magneticæ declinationis per Analemma ex unica obſervatione.

Analemma eſt ſpecies aſtrolabii, quod nullo negotio deſcribere poſſumus quantum ad præſens inſtitutum. Suppono autem datam latitudinem, elevationem ſolis, & eius declinationem.

Deſcribatur quicumque circulus ACBD meridianum repræſentans, in quo ducatur diameter AB pro horizonte. Arcus AC ſit æqualis com-



plemento elevationis poli, erit CED æquator. Abſcindantur hinc inde C F, DG æquales declinationi ſolis, linea F D repræſentabit parallelum quem ſol eo die decurrit. Abſcindantur item arcus AH, BI ſinguli 47 graduum nempe æquales elevationi ſolis obſervatæ; linea H I erit circulus elevationis ſolis, qui cum à ſuo parallelo non digrediatur, erit ſol in puncto K. Quare circa lineam HI ſemicirculo, & educta perpendiculari K O, erit arcus OH, diſtãtia verticalis in quo ſol verſabatur, tempore obſervationis, à meridiano, nempe graduum 66. Quare incipiendo ab eo gradu pixidis nauticæ cui ſol reſpondebat tempore obſervationis, ſi numeres 66 gradus procedendo verſus meridiem invenies verum Zud.

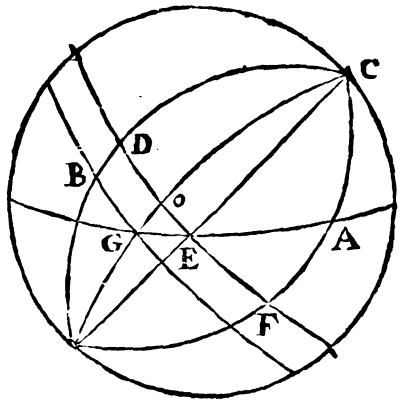
PROPOSITIO XXI.

Problema.

Invenire amplitudinem ortivam, aut occiduam.

Praxis quæ communiter uſurpatur ad inveniendam Magnetis declinationem, ſupponit cognitam eſſe amplitudinem ortivam, propterea aque apoſui tabulam amplitudinum ortivarum. Ne quid autem in hac materia omittam, in hac propoſitione trado modum ſupputandæ tabulæ, vel amplitudinis ſine tabula inveniendæ.

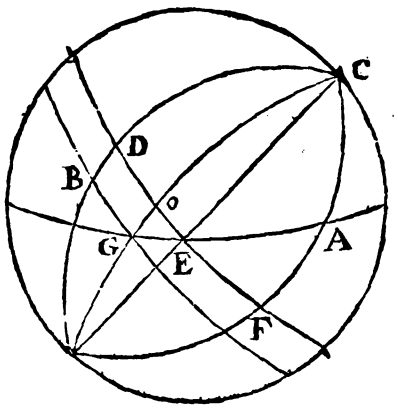
Amplitudo ortiva eſt arcus horizontis inter-



ceptus, inter punctum veri ortûs, ſeu ortus æquinoctialis, & punctum in quo aſtrum oritur.

Ut ſi ſupponamus horizontem eſſe G A, punctum veri ortus eſſe E, ſi ſol æſtate oritur in A, erit

erit arcus AE amplitudo ortiva borealis; si verè sol oriatur in G ut hyeme, erit arcus GE amplitudo ortiva Australis. Si punctum E esset verum Oüest, & sol occideret in A, esset arcus AE amplitudo occidua borealis; si verò occideret in G, arcus GE foret amplitudo occidua Australis.

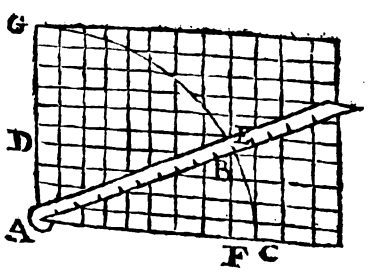


Hæ amplitudines mutantur in variis latitudinibus, & sequuntur syderum declinationes. Facilè autem eas invenies instituta regula trium, nam in triangulo EAF si fiat ut sinus anguli EAF, complementi elevationis poli, seu inclinationis æquatoris cum horizonte, ad sinum lateris AF declinationis solis, ita sinus totus, seu sinus anguli recti F, ad sinum amplitudinis ortivæ AE.

Per logarithmos verbi gratiâ quæratur in latitudine graduum 42 amplitudo ortiva syderis declinantis 15 gradibus.

Logarithmus sinus totius	10. 0000000
Logarithmus sinus 15 gr.	9. 4129962
Summa	19. 4129962
Subtrahe logarithmum sinus complementi lat. 42. seu 48	9. 8710735
Restat logar. sinus amplit. ortivæ graduum 20. 23.	9. 5419227

Si utendum sit sinubus, commodius erit retrahere sinum totum ad primam sedem. Hoc modo fiat: ut sinus totus ad secantem elevationis poli, ita sinus declinationis ad sinum amplitudinis ortivæ. Quare si multiplices secantem elevationis poli per sinum declinationis, & ex producto tot deleas cyphras ad dexteram, quot sunt o in sinu toto, habebis sinum amplitudinis ortivæ.



Amplitudinem ortivam invenire potes quadrato reductionis hoc modo. Fiat angulus G A B æqualis elevationi poli, numera in latere AG declinationem AD, ita ut quodlibet intervallum æquivaleat quot volueris gradibus, sequere parallelum DB donec attingat regulam, eritque AB amplitudo ortiva.

Quamvis hæc praxis non sit præcisa, puto tamen eam sufficere ad præsens institutum.

PROPOSITIO XXII.

Problema.

Duodecimus modus inveniendæ magneticæ declinationis per amplitudines ortivas.

Primò proponendus est usus tabularum amplitudinum ortivarum. Quære in fronte seu prima linea tabularum latitudinem regionis in qua versaris, verbi gratiâ, 30 graduum. Quære item declinationem syderis in prima columna, verbi gratia, 15 graduum, sequere lineam 15 graduum, invenieſque sub titulo latitudinis 30 gradus amplitudinis ortivæ 17. 23.

Cognita amplitudine ortiva, oriente sole, expono meam pixidem magneticam, solemque per pinnulas respicio, ita ut cognoscam gradum cui sol respondet, tum numero gradus 17 & min. 23 tendendo ad lineam Est. Si hic decimus septimus gradus coincideret cum linea Est nulla foret declinatio. Distantia autem hujus decimiseptimi gradus à puncto Est pixidis, erit declinatio; nam ille gradus est verum Est, cujus respectu si rombus Est pixidis est borealior, declinatio erit Occidentalis, si Australior erit Orientalis.

Idem præstandum circa amplitudinem occiduam. Nisi quod invento illo decimo septimo gradu qui erit verum Oüest, inventum scilicet per solem, si rombus Oüest pixidis est illo borealior, declinatio magnetis erit Orientalis, si Australior occidentalis.

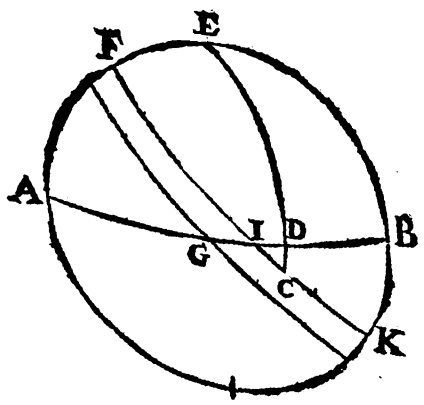
PROPOSITIO XXIII.

Problema.

Correctio amplitudinis ortivæ ratione refractionis.

Si quis ad ultimam usque præcisionem procedere velit, quamvis id minimè necessarium judicem, poterit nonnulla correctione uti: quam hac propositione explico.

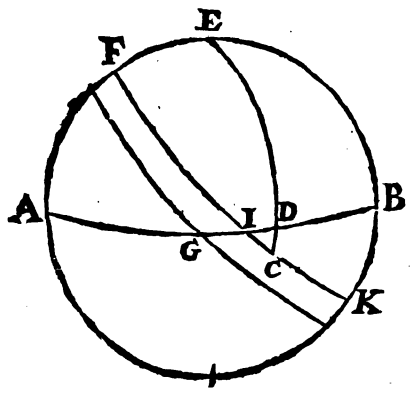
Certum est solem apparere in horizonte dum adhuc latet sub horizonte, refractione illum apparenter attollente; quare dum oritur, est in alio verticali, quam deberet. Quod ut explicem,



Supponatur horizon AB, parallelus quem sol percurrit CF sol deberet oriri in puncto I; ita ut

Digitized by Google

ejus amplitudo ortiva esset GI, qualem tabulæ exhibent, quæ nullam habent rationem refra-



ctionis. Supponatur sol adhuc latere sub horizonte in C, ita ut appareat in D propter refractionem. Facilè autem possumus supputare arcum ID, cum parvum triangulum IDC pro rectilineo possit assumi. Cum igitur angulus D rectus sit, angulus IDC sit æqualis complemento elevationis poli, angulus ICD æqualis erit elevationi poli, refractio DC est secundum Tychonem min. 34. & 30 pro stellis, quamvis hanc distinctionem semper rejecerim. Fiat igitur,

ut sinus complementi elevationis poli
ad sinum elevationis poli,
ita sinus 30 minutorum
ad sinum arcus ID.

Latitudo. Grad.	*Refractio amplitud. min.*	
5	3	
10	5	
15	8	
20	11	
25	14	
30	18	
35	21	
40	25	
45	30	
50	35	
55	43	
60	51	
	Gr.	mi.
65	1	8
70	1	3
75	1	52

Hîc appono tabulam errotis, quem refractio inducere potest in amplitudinem ortivam, retrahendo semper astrum versûs polum apparentem.

Usus autem tabulæ facilis est. Refractio auget amplitudinem ortivam & occiduam borealem, minuit autem utramque australem. His tamen minutiis non puto naucleros intricandos, volui tamen hanc notationem non omittere,

PROPOSITIO XXIV.

Problema.

Decimus-tertius modus inveniendæ declinationis magneticæ, per quodlibet horologium universale.

Ut hanc materiam exhauriam, proponam hunc decimum tertium modum, nempe ut habeatur quodcumque horologium universale, æquinoctiale tamen non videtur accommodatum; sed meridianum, aut polare. Describatur igitur in asserculo duobus circiter pedibus longo, & lato uno cum dimidio horologium meridianum, seu horologium in plano meridiano; stylus autem sit saltem uno pede longus, & ut exactiorem umbram efficiat, habeat adjunctam laminam perforatam, ita ut pro umbra, radius solaris transmittatur. Inscribantur autem horæ astronomicæ paralleli non tantum signorum, sed circuli declinationum, seu paralleli æquatoris per singulos gradus. Describatur item quadrans circuli satis magnus, in cujus centro vice perpendiculi appendatur regula satis gravis. Poterit autem idem horologium pomeridianis, & antemeridianis horis esse usui, modo disponatur diversimodè.

Usus talis erit. Lucente sole matutinis verbi gratiâ horis, exponatur horologium soli, ita ut planum ejus sit verticale, & regula vicem perpendiculi tenens indicet gradum elevationis poli, quam suppono aliunde cognitam. Licet autem aberraretur nonnihil in elevatione poli, non esset valde curandum. Ideoque solam require æstimatam latitudinem. Tum ita detorqueatur totum instrumentum donec radius per foramen ttansmissus incidat in solis declinationem, quæ item habetur ex tabulis declinationum, tunc planum horolagii planum meridianum obtinebit, quare si illud pixidi magneticæ applices, facilè animadvertes, an quadret cum linea Nord & Sud pixidis nauticæ.

Horologium illud posset esse usui usque ad decimam matutinam, & à secunda pomeridiana ad vesperam.

Posset horologium polare adhiberi à nona matutina ad tertiam pomeridianam, ideoque satis esset si tres aut 4 horas præferret. Deberet autem ei adjungi aliud planum ad angulos rectos, in quo pariter describeretur quadrans circuli, nempe ad disponendum instrumentum secundùm elevationem poli. Si enim ita elevetur, ut regula quæ in plano illo adjuncto vices perpendiculi tenet, indicet latitudinem regionis & radius per stylum trajectus incidat in gradum declinationis, solis limbus inferior plani directus erit ad lineam veri Est, & Oüest atque adeo si unum latus pixidis ei congruat, facilè animadvertetur quanta sit eius declinatio.

PROPOSITIO XXV.

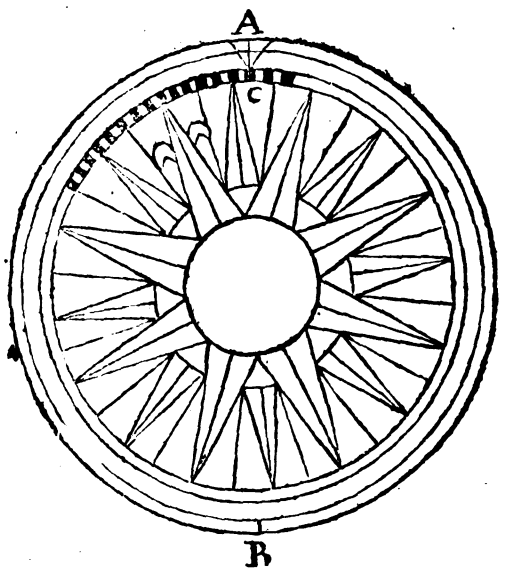
Problema.

Cognita declinatione Magnetica, Pixidem nauticam & rombos corrigere.

Nonnulli vellent ita pixidem nauticam corrigere,

Digitized by Google

gere, ſubjiciendo acum, non lilio; ſed gradui declinationis, verbi gratia ſi declinatio extenderetur uſque ad Nord Nordeſt, ſeu Orientalis 22 graduum, ſubjicerent acum 22 gradui, ſic enim dum acus ad hoc punctum horizontis tenderet, lilium ad verum Nord dirigeretur.



Dico ergo primò tales pixides nunquam conſtruendas eſſe, ſeu non expedire ut ita conſtruantur. Ratio eſt quia hujuſmodi pixides eſſent tantum utiles pro uno determinato loco, & adhuc pro aliquo determinato tempore. In aliis verò locis difficillimum eſſet illis uti, ita ut peritiſſimus quique hallucinari poſſet. Secundò notari non poſſet declinatio nec fieri catalogus declinationum, quæ enim obſervatur reſpectum habet ad pixidem ordinariam.

Dico ſecundò, non eſſe uſurpandam praxin illam, quâ nonnulli roſam chartaceam mobilem imponunt craſſiori illi chartæ cui annexa eſt acus, ut ſi extremitates acus eſſent A & B, ſi deprehenderetur acus Nordeſtare verbi gratia 10 gradibus, decimus ille gradus declinationis, nempe C, transferretur in A. Cum igitur acus tendat ad punctum illud declinationis, lilium ad verum Nord dirigetur. Hæc methodus quidem facilis eſt, quia tamen ſingulis ferè diebus aperienda eſſet pixis, quoties nempe nova occurreret declinatio, vitiatur acus, rubiginem contrahit, & virtutem magneticam amittit. Poſſent quidem haberi duo circuli diviſi in roſas, ſeparati à pixide, quibus uteremur ad corrigendam pixidem. Supponamus enim circulum inferiorem repræſentare rombos pixidis non correctos, & ſuperiorem exhibere rombos correctos, ponendo lilium inferioris in puncto declinationis notato in ſuperiori circulo, rombum verum per quem navigandum eſſet, quærerem in ſuperiori circulo, & viderem rombum inferioris circuli ipſi reſpondentem, per quem ſcilicet navigandum eſſet. Et hanc methodum maximè probo ad determinandam nauclerorum imaginationem.

Quod autem hic duobus circulis ſeparatis præſtari poteſt, id mente præſtare poſſumus, hoc eſt correctio quam apponimus contrarium declinationi motum habere debet, hoc eſt ſi declinatio procedit à Nord versùs Eſt, correctio procedere debet contrario motu, à Nord ad Noroüeſt; In exemplo melius innoteſcet correctio. Supponamus Acum Nordeſtare gradibus 22 cum dimidio, ita ut lilium pixidis reſpiciat punctum reale horizontis Nord Nordeſt, quare defectus procedit à Nord ad Eſt, correctio motum contrarium habere debet, nempe ſi procedere velim per verum Nord, debeo uti rombo Nord-Noroüeſt pixidis. Si velim procedere per verum Noroüeſt, ſeligendus ſit rombus Oüeſt Noroüeſt. Si velim procedere per verum Oüeſt, debeam uti pixidis rombo Oüeſt Sud-oüeſt, loco veri Sud uſurpandus eſſet rombus Sud Sudeſt, loco Eſt, Eſt Nordeſt.

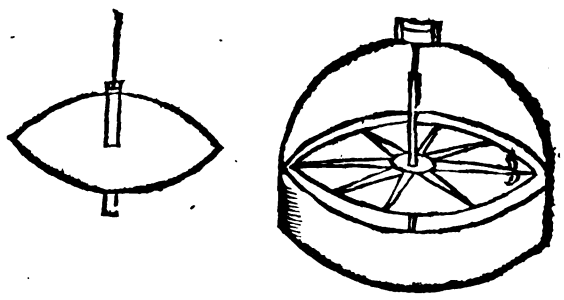
E contra ſi declinatio Occidentalis eſſet verbi gratia in quarta Nord ad Noroüeſt, pro verò Nord aſſumerem in pixide Nord quard Nordeſt: pro Nordeſt, Nordeſt quard Eſt; pro Eſt, Eſt quard Sudeſt: pro vero Sud: Sud quard Sudoüeſt; pro vero Oüeſt, Oüeſt quard Noroüeſt.

PROPOSITIO XXVI.

Theorema.

Pixis nautica nulli obnoxia declinationi.

Hanc pixidem nauticam propono tantum animi gratia, eſtque deſumpta à Patre Grandamy



Societatis noſtræ. Utitur acu chalibea 6 circiter pedes longa, quam ſuberi inſerit, aut aſſerruminat cono cupreo, ita illam aquæ imponit, ut extremitas quæ boream ſpectare deberet locum inferiorem, auſtralis ſuperiorem obtineat. Hæc acus poſt aliquos gyros, & vacillationes ſemper eundem ſitum affectat, hoc eſt ſi ſuberi aut cono imponas roſam chartaceam, & obſervata vera linea meridiana, lilium ad eam transferres, & roſam hanc chartaceam ſuberi, aut cono agglutinares, vult quod lilium ab acu ſemper ad lineam meridianam dirigatur.

Quamvis id verum eſſet, motus tamen hujuſmodi acus ita lentus eſt, ut navigationi ſit prorſus inutilis.

PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

Cur qui ad orientem mediterranei maris navigant, quarta venti integra deflectere cogantur.

Celebris eſt hæc quæſtio Maſſiliæ, & quæ vulgò in ſpecimen doctinæ à peritioribus tanquam inſolulibilis proponitur. Hanc jam à ſeptuaginta annis propoſitam legi à Commendatore de Fumée Generali Melitenſium triremium. Tunc erat quæſtiò difficilis eò quòd declinatio Magnetis non

Digitized by Google

eſſe probè cognita : modò vero facilior cenſetur.

Creta & Melita ſub eodem parallelo jacent, ſi tamen navis dirigatur per rombum, Eſt pixidis nauticæ, deflectet ad Nord, ita ut directè procedatur, quarta venti danda eſt ſiniſtræ, ita enim communiter loquuntur ſeu deflectendum ad dexteram, ſeligenduſque Rombus ſequens Eſt, quard de Sudeſt, & quod mirum nonnullis videtur, eadem cautio in reditu adhibenda eſt, ſeu ſeligendus rombus oppoſitus Oüeſt quard de Noroüeſt.

Nonnulli exiſtimarunt id præſtandum eſſe, propter aliquem aquæ fluxum. Non dubitamus eſſe fluxum aliquem aquæ, ſeu currentes in mari. Primò quidem eſt aliquis generalis à partibus polaribus ad æquatorem ut ſuppleatur evaporatio quæ in zona torrida ob continuum ſolis perpendiculariter imminentis ardorem. Hic fluxus in currens in Promontorium Spartel Africæ, per fretum Gaditanum mare Mediterraneum ſubit, totamque oram Barbariæ ab Occidente in Orientem delatus legit, uſque ad Promontorium Bon, ubi ad fretum Sidræ deſcendit, tum ex alia parte regreditur ad Ptolometam, fertur ad Ægyptum, exinde ad Septentrionem reflectitur ad Syriam uſque ad Alexandretam, ubi ad Occidentem reflectitur ſecundum oram Caramaniæ, tum littora Italiæ, Provinciæ & Hiſpaniæ legens, per fretum Gaditanum, in Oceanum regreditur. Tunni videntur, ab hoc fluxu deferri, ideoque qui ad oram Barbariæ, aut propè Sardiniam capiuntur, ad Orientem curſum habent, ſuntque pingues, qui verò in littoribus Italiæ, & Provinciæ ſunt Macilentiores & ad Occidentem feruntur, vulgoque dicuntur *di Ritorno.*

Fateor quidem ad reſiſtendum huic fluctui, utendum eſſe rombo pixidis nauticæ valdè diverſo, ab eo quem mappæ indicant: Verbi gratia licet Tabarca ſit ad Auſtrum reſpectu Galitæ, utendum tamen eſt Sud quard de Sudoüeſt. Pariter ut eatur Cypro Alexandriam Ægypti, deflectendum eſt ad dexteram ferè duabus quartis præcipuè Nilo inundante. Pariter ut eatur ex Inſula Cypro in Syriam, aut Sataliam, ſed in reditu deflectendum eſt ad ſiniſtram. In exemplo verò noſtro tam eundo, quam redeundo, ad dexteram eundum eſt; ergo fluxus maris, ſeu currentibus, hanc aberrationem tribuere non poſſumus.

Alii verò exiſtimarunt erroneas eſſe mappas hydrographicas, ideoque rombum alium eſſe eligendum quam qui ab iis indicaretur. Fateor quidem mappas hydrographicas Maſſilienſes, eſſe peſſimè compoſitas. In iis enim Conſtantinopolis in eadem latitudine, ac Venetiæ collocatur, nempe graduum 45, cum tamen latitudo Conſtantinopolitana gradus 41 cum triente non excedat. Innumeris exemplis facilè evincerem mappas Maſſilienſes eſſe peſſimè compoſitas. Nihilominus cum certum ſit Candiam & Melitam eidem ſubjacere parallelo, non eſt tamen utendum rombo Eſt in ea navigatione, alteri cauſæ ea deviatio tribuenda eſt.

Suppoſito igitur quod etiam nunc deflectendum ſit uno rombo, cum ad partes Orientales maris Mediterranei proceditur; aſſero hujus deviationis cauſam aliam non eſſe, quam declinationem Magnetis, quæ in his partibus Occidentalis eſt, ut notatum vidi in nonnullis Portulanis ſeu diariis Hollandicis.

Demonſtratio. Suppoſito quod pixis nautica declinet ad Noroüeſt uno rombo, omnes rumbi falſi erunt, & error ex Nord ad Noroüeſt procedit. Cum ergo rombus Eſt pixidis aſcenderit ad quartam Eſtis ad Nordeſt, verus rombus Eſt erit in quarta Eſtis ad Sudeſt. Objici poſſet quod ſi hoc verum ſit, eadem regula obſervanda erit in reliquis navigationibus, verbi gratia dum proceditur ex Sud ad Nord.

Reſpondeo me id fateri ultrò, quidquid dicant aliqui, aſſerentes in navigationibus Nord & Sud eandem regulam non obſervari; ut nempe majorem reddant difficultatem, addo nullam eſſe navigationem majoris momenti à Sud ad Nord.

Secundò, fieri poteſt ut alia ſit declinatio in alto mari, alia in littoribus.

Tertiò, propter currentes dum proceditur ad Nord, vel ad Zud, præcipuè prope littora alias obſervandas eſſe regulas.

Quartò, mappæ non ſunt ita exactæ ex Nord in Zud, ac ex Eſt in Oüeſt, atque adeo fieri poteſt ut regiones in mappa ſint diſpoſitæ ſecundum Meridianum Magneticum, & non ſecundum cœleſtem nulla obſervatione errorem detegente, cum longitudo obſervabilis non ſit, at verò obſervatio latitudinis efficit ut regiones rectè collocentur ſecundum debitam latitudinem.

Quæritur an mappa fieri poſſit, in qua regiones collocentur, ſecundum rumbos pixidis non correctæ, ita ut nulla eſſet habenda ratio declinationis.

Reſpondeo id fieri non poſſe, quia declinatio non eſt ubique eadem nec ſemper, quare poſt aliquod tempus foret erronea.

TRACTA

Digitized by Google

DE NAVIGATIONE

LIBER QVARTVS.

De Loxodromiis.

VAMVIS ſcientiæ Loxodromica videatur difficilis, earumque theoria ſuperare capacitatem nauclerorum communium, qui ſolam praxin ſpectare debent; quia tamen nihil in hac materia demonſtrare poſſum, quin intelligatur natura illius lineæ, quam ductu ejuſdem rombi pixidis nauticæ, ſupra ſuperficiem telluris decurrit navis, totam hanc doctrinam ad ſua principia revocabo. Id eò lubentius facio, quòd ſit hic Lydius lapis quo uonnullæ praxes à multis parum in Geometria verſatis proponuntur, & quæ aliquando à vero abludunt. Talis autem erit ordo hujus libri. Primò præmittam nonnulla Theoremata quibus Loxodromiarum naturam explicabo, tum docebo methodum ſupputandarum tabularum. Tertiò uſus tradam ad directionem navigii, ſola utendo additione, & ſubtractione. Quartò ſolvam omnia problemata nautica, per ſinus, tangentes, & ſecantes, detegamque errores qui in hac materia per medium parallelum committuntur, & quænam vera correctio debeat adhiberi. Has ergo methodos doctioribus propono, faciliores & geometricas libro ſequenti propoſiturus. Si enim nauclerum inſtituendum ſuſciperem, nollem eum arithmeticis calculis intricare, in quibus niſi ſit exercatiſſimus poteſt in graviſſimos errores impingere; ſolas praxes geometricas eaſque facillimas ei proponerem. Quia tamen ſapientibus, & inſipientibus debitor ſum, in hoc libro praxes arithmeticas difficiliores propono. In ſequenti Geometricas & faciliores traditurus.

PROPOSITIO I.

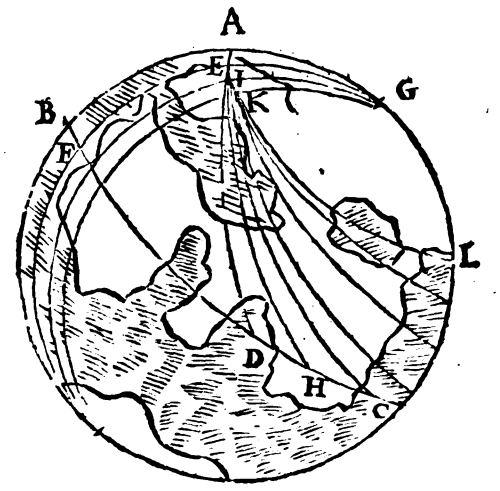
Theorema.

De natura lineæ loxodromicæ, quam deſcribit navis ductu ejuſdem Rhombi pixidis nauticæ.

Linea loxodromica originem ſuam ducit, ex præcipuo navigationum inſtrumento ſcilicet ex paxide nautica. Clarum enim eſt quod ſi ſequamur eundem rumbum obliquum pixidis nauticæ, verbi gratiâ Sudeſtum, linea quam decurret navis cum omnibus meridianis angulum graduum 45 comprehendet; quærimus igitur quænam ſit illa linea, quæ cum omnibus meridianis angulum ſemirectum efficit.

Diximus ſupra roſam pixidis nauticæ exhibere horizontem, & lineas romborum eſſe communes ſectiones verticalium, cum plano horizontis, quæ pro iiſdem circulis aſſumi poſſint. Notandum tamen eundem maximum circulum qui reſpectu alicujus regionis verticalis alicujus munere fungitur, reſpectu alterius regionis alterius verticalis munere fungi; verbi gratiâ ſi ſolvo maſſilia per Sudeſtum, ſeu 45 verticalem, dum multum progreſſus inſiſtendo ſemper eidem verticali, tandem hic circulus non amplius cum meridiano angulum eundem efficiet, & conſequenter non indicabitur à linea Sudeſti, quæ aliam verticalem oſtendet; quarè ſi imperatum ſit ut ſemper ſequar eandem lineam Sudeſti, initio inſiſtam circulo verticali, qui erat 45 reſpectu illius horizontis è quo profectus ſum, hunc autem poſtea deſeram, quia cum alio meridiano ad quem ſcilicet perveni, non efficit angulum 45 graduum; ſed minorem: quare ſi dirigar ſemper eadem linea pixidis nauticæ, non percurram maximum circulum; ſed aliam lineam curvam.

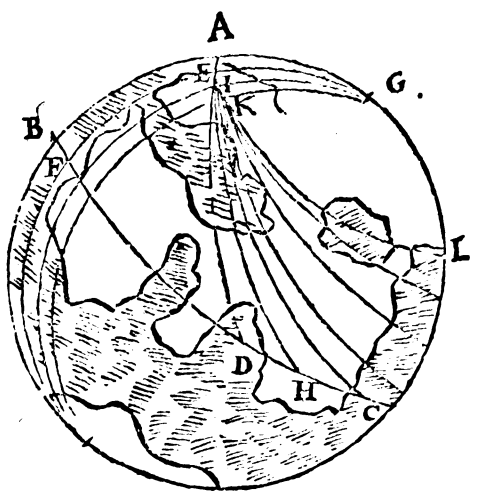
Hæc difficultas jam olim Nonio propoſita fuit à celebri nauclero in hunc modum: Rumbus Orientalis ſeu Eſt, exhibet circulum maximum, ſed duo circuli ſe bifariam ſecant (*per* 11. 1. *Theodoſij*) igitur circulus maximus quem rombus *Eſtus* repræſentat, ſecat æquinoctialem circulum



Quod manifeſtum eſt ex eo quod ſol die æquinoctii oriatur in ea linea, nempe oriatur in rombo

Eſt

Eſt & occidat in *Oueſt*; quare hi duo rombi producti æquatorem ſecant, unde fit ergo ut ſi directionem horum rhomborum ſequatur navis, percurratur parallelus.



Demonſtratio. Suppono navim profectam ex puncto A latitudinis graduum 45, navigare per rombum *Eſt*, qui cum meridiano angulum rectum efficit, atque adeo per polum ejus tranſit (*per 15.1. Theod.*) Sit ergo talis circulus AD ſecans æquatorem in D polo meridiani, eruntque arcus AD, BD quadrantes. Supponamus navim perveniſſe in E, deprehendo (*ex 18. 4. trigonometria*) angulum externum DEG majorem eſſe interno oppoſito & recto DAG. Quare qui ad clavum ſedet, cui nempe imperatum eſt, ut per rhombum *Eſt* procedat, & cum meridiano angulum rectum efficiat, cum majorem obſervet, detorquet navim & relicto eo priori circulo, qui erat Rhombus orientalis reſpectu loci è quo profectus eſt, eum deſcribit, quia non eſt idem rombus reſpectu loci ad quem pervenit, & per alium rombum orientalem proprium loci in quo eſt dirigit navim; idem ipſi accidit in I & in K quare cum debeat ſemper cum meridianis omnibus angulos rectos efficere, percurrit parallelum DE.

Hæc eſt natura harum linearum, quarum naturam ſequentibus propoſitionibus explico. Mihi ſit ſatis in hac oſtendiſſe, quod licet lineæ Rhomborum in pixide notatæ tales ſint, ut ſi mente producantur, circulum maximum indicant, ſi tamen earum directionem ſequamur, hunc circulum relinquimus; quia linea eadem tranſlata alium circulum indicat.

COROLLARIUM.

Linea deſcripta à navi directa pereundem pixidis Rhombum, non eſt ſemper maximus circulus, nec circulus poſitionis ut vocant, ſed eſt alia linea cujus naturam explicabo.

PROPOSITIO II.

Theorema.

Navis delata per Rombum Nord & Sud meridianum deſcribit.

Suppono navim quæ ſequatur rumbum Nord & Sud per pixidem carentem declinatione notatum, dico eam meridiano eidem inſiſtere ſine ulla longitudinis mutatione.

Demonſtratio. Linea Nord & Zud in pixide nautica eſt communis ſectio horizontis, & meridiani, & ab eius plano non digreditur; ergo licet in ea linea provectus ſim, non excedo ab eodem plano, lineaque quam de novo indicabit idem Rhombus Nord & Sud, erit communis ſectio ejuſdem meridiani cum alio horizonte, atque ita conſequenter.

PROPOSITIO III.

Theorema.

Navis ſub æquatore poſita, & directa per Rhombos Eſtis aut Oüeſtis æquinoctialem percurrit.

Sit navis quæ ſolvat ex aliquo portu poſito ſub æquinoctiali circulo, & hujus curſus dirigatur per lineas Eſtis aut Oüeſtis, hoc eſt linea curſûs illius, cum meridianis omnibus angulos rectos efficiat, dico ab eâ portionem æquinoctialis percurrẽdam.

Demonſtratio. Plaga quæ indicatur per lineam Eſtis, aut Oüeſtis ſeu per lineam Orientalem, aut Occidentalem, tota eſt in plano æquinoctialis circuli, & quantumlibet percurratur eius aliqua portio, ſemper linea quæ indicabitur, in eodem eſt plano æquinoctiali; ergo non diſceditur unquam à plano æquinoctiali, quare percurretur æquinoctialis circulus, quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO IV.

Thorema.

Navis ſub parallelo quolibet poſita, & directa per Rombos Eſtis, aut Oüeſtis eundem parallelum percurrit.

Navis poſita ſit ſub parallelo, feratque proram ad Eſt vel Oüeſt; dico ab ea parallelum percurri.

Demonſtratio. Nulla linea cogitari poteſt in globo terreſtri, quæ cum omnibus meridianis angulum rectum efficiat, niſi ſolus parallelus, ſed navis ita ſupponitur dirigi, ut eius via cum omnibus meridianis angulum rectum comprehendat; ergo parallelum percurrit.

PROPOSITIO V.

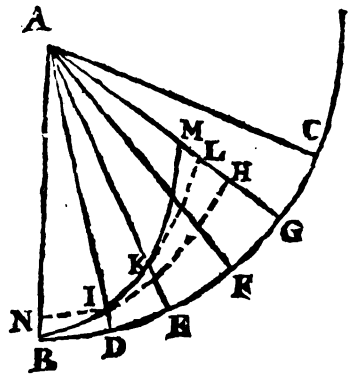
Theorema.

Navis quæ dirigitur per quemcumque Rhombum obliquum, deſcribit lineam ſpiralem quam loxodomiam nominamus.

Punctum A ſit polus, æquator B C, meridiani

Digitized by Google

ni AB, AD, AE AF, AG, AC, distantes ab invi-



cem uno minuto secundo. Navis profecta ex puncto B, procedat per rumbum inclinatum 60 gradibus, hoc est angulus ABH sit graduum 60, dico, si hæc navis dirigatur per eundem rombum pixidis nauticæ, fore ut non describat maximum circulum, sed aliam lineam.

Demonstratio. Sit B H maximus circulus, nempe verticalis angulum 60 graduum comprehendens cum A B meridiano, procedat navis per eius circumferentiam, donec idem verticalis cum meridiano subsequente alium angulum efficiat, inveniaturque differentia sensibilis. Percurrerit ergo arcum B I maximi circuli BH; cum angulus externus A I H major sit interno ABH, qui ad clavum sedet detorquet navim, & relicto verticali I H, dirigit navim secundum circulum IL, ita ut angulus AIL sit 60 graduum. Idem præstabit in puncto K, & navim detorquebit in KM, Ergo navis non percurret maximum circulum sed lineam quæ in globo descripta spiralis est.

Possem item probare non describendum à navi maximum circulum, quia maximus circulus bis æquatorem secat, & post 90 gradus ad illum regreditur, quod sine mutatione angulorum fieri non potest, ita ut in nonagesimo semper fiat angulus rectus. Sed linea quam describit navis, ubi æquatorem attigit, ab eo semper digreditur.

Addo quod licet hic modus describendæ lineæ loxodromicæ, & componendæ ex arcubus maximorum circulorum, non sit usque adeo Geometricus, conformior est lineæ à navi descriptæ, quam si foret præcisior qui enim ad clavum sedet non advertit minimas angulorum mutationes. Quare dum proram ad rombum direxit, etiamsi ab eo aliquibus minutis aberret, non animadvertit; quare non tantum per unum minutum secundum seu per 16 passus, sed etiam per unum minutum primum, hoc est unum milliare, & forsitan per unum gradum eidem circulo maximo potest insistere.

COROLLARIUM I.

Si prora initio directa sit ad locum quem petit, verbi gratia in H, ad eum non perveniet; sed magis recedet ab æquatore.

COROLLARIUM II.

Linea loxodromica non est via brevissima, circulus enim maximus est brevissima via, ab uno puncto superficiei telluris ad alium.

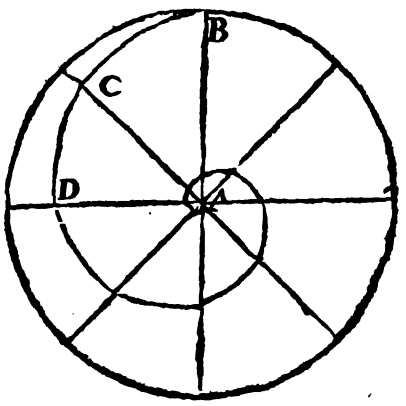
PROPOSITIO VI.

Theorema.

Nulla loxodromia in polum se induit.

Navis ab æquatore solvat, ita ut proram habeat per eundem Rhombum directam, exempli gratia per Est Nordest, dico forè ut nunquam ad polum perveniat.

Demonstratio. Linea à navi descripta cum omnibus meridianis, angulum comprehendit gra-



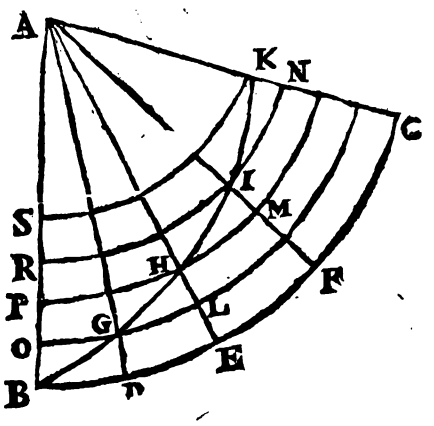
duum $67\frac{1}{2}$ hoc est anguli ABC, ACD eum graduum numerum continent; ergo hæc linea cum meridiano non congruit, sed linea quæ ad polum procedit, cum meridiano convenit: ergo mathematicè loquendo hæc linea nunquam in polum se induet.

PROPOSITIO VII.

Theorema.

Loxodromia dividitur in partes æquales à parallelis æqualiter inter se distantibus.

Punctum A sit polus telluris, æquator BC; meridiani distantes inter se minimo intervallo, distantes verbi gratia uno minuto, sintque loxodromiæ BGHIK, segmenta æqualia BG, GH, HI, IK per



quæ describantur ex polo A circuli parallelí OGL, PHM, R I N, S K; dico hos parallelos æqualiter inter se distare, hoc est meridiani arcus BO, OP, PR, RS æquales esse.

Demonstratio. Triangula BGD, HGL, IHM, IKM, possunt assumi pro rectilineis, cum latera

unius minuti, aut minuti ſecundi, inſenſibiliter à linea recta recedant; anguli autem D,L,M,N recti ſunt, eò quòd paralleli cum meridianis angulum rectum efficiant, anguli BGD,GHL, HIM, IKN æquales ſunt (*per definitionem loxodromiæ.*) Supponimus item ſegmenta BG, GH, HI, IK eſſe æqualia: igitur (*per 26.1.Eucli.*) triangula BGD, GHL, HIM IKN, omnimodè æqualia erunt. Hoc eſt latera GD, HL, IM, KN, ſeu BO, OP, PR, RS, æqualia erunt.

COROLLARIUM I.

Partibus æqualibus loxodromiæ, latitudinis æquales arcus reſpondent, quod tabulæ calculum facilem reddit. Si enim unum triangulum ſolvamus pro ſingulis loxodromiis, facilè totam mutationem latitudinis abſolvemus. Si enim ſciam quot ſint milliaria in BG, cum mutatur latitudo uno minuto ſeu BO, potero facilè determinare quot ſint milliaria in BK, poſita quacumque mutatione latitudinis in KC.

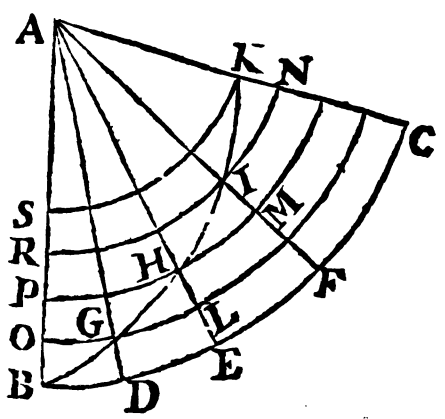
COROLLARIUM II.

Omnes arcus BD, GL, HM, IN ſunt æquales in milliaribus, ſed non in numero graduum, & minutorum. Hoc eſt ſi BD in æquatore æquale eſſet milliari, propterea uni minuto æquivaleret. Arcus GL in parallelo eſſet unumm illiare, ſed plus quam minuto æquivaleret. Quare ſumma arcuum meridianorum nempe GD,HL,IM.KN æqualis eſt mutationi latitudinis: ſed ſumma arcuum BD,GL, HM, IN non dat mutationem longitudinis. Quia nempe eadem milliaria in variis parallelis, reſpondent pluribus, aut paucioribus gradibus, & minutis; quare, ut exactè procedamus, ſupputare debemus quot gradus, & minuta ſingulis milliaribus in ſingulis parallelis reſpondeant.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

Ut ſinus totus, ad ſinum complementi anguli loxodromici, ita milliaria decurſa ad milliaria mutationis latitudinis.



Navis percurrat loxodromiam BK, ſciaturque numerus milliariorum decurſorum, dico quod ſi fiat regula trium; nempe.

Ut ſinus totus
ad ſinum anguli K B C complementi anguli loxodromici A B K,
ita numerus milliariorum B K
ad numerum milliariorum quæ ſunt in KC.

Demonſtratio. In ſingulis triangulis B G D, GHL, IHM, KIN eadem eſt ratio ſinus totius ad ſinum anguli GBD, ac BG, ad GD, & GH ad HL & HI ad IM, & IK ad K N, quare (*per 15.5. Eucl.*) eadem eſt ratio ſinus totius ad ſinum complementi anguli loxodromici, ac arcuum BG, GH, HI, IK ſimul ſumptorum, ad DG, LH, MI, NK ſimul ſumptos; hoc eſt BK ad CK; quia autem unum milliare tam in æquatore, quam in meridiano æquivalet uni minuto, innoteſcet numerus minutorum.

COROLLARIUM.

Dato rumbo per quem facta eſt navigatio, & itinere confecto facilè innoteſcet mutatio latitudinis.

PROPOSITIO IX.

Theorema.

Ut ſinus totus ſe habet ad ſecantem anguli loxodromici, ita mutatio latitudinis in milliaribus, aut minutis, ad milliaria decurſa.

Vide figuram præcedentem.

Detur in eadem figura angulus loxodromicus ABK, & mutatio latitudinis KC, dico per regulam trium, qualem præfert titulus propoſitionis innoteſcere iter confectum.

Demonſtratio. Convertendo analogiam ſuperioris propoſitionis: Ita eſt mutatio latitudinis CK ad iter confectum BK, ut ſinus complementi anguli loxodromici ad ſinum totum, ſed per trigonometriam ita eſt ſinus complementi ad ſinum totum, ſicut ſinus totus ad ſecantem anguli; igitur ita eſt ſinus totus ad ſecantem anguli loxodromici, ut mutatio latitudinis in milliaribus, aut minutis ad iter confectum.

Per hanc analogiam duas columnas ſingulorum rumborum conficio. Primò determino augmentum latitudinis, eam augendo per dena minuta.

Rumbi	milliaria
1.	$10\frac{195.}{1000.}$
2.	$10\frac{839.}{1000.}$
3.	$12\frac{269.}{10000.}$
4.	$14\frac{1421.}{10000.}$
5.	$17\frac{9995.}{10000.}$
6.	$26\frac{1312.}{10000.}$
7.	$51\frac{2583.}{10000.}$

Quæro deinde in ſingulis rumbis quot milliaria

Digitized by Google

rium sit segmentum loxodromiæ respondens mutationi latitudinis 10 minutorum, invenioque in primo rumbo $10\frac{195}{1000}$, in secundo $10\frac{819}{1000}$, & ita de aliis: quare per additionem solam ejusdem numeri totam tabulam perficio, ita in reliquis rumbis. Posui autem fractionem adhærentem, quia nisi illa adderetur, cresceret defectus per iteratam omissionem.

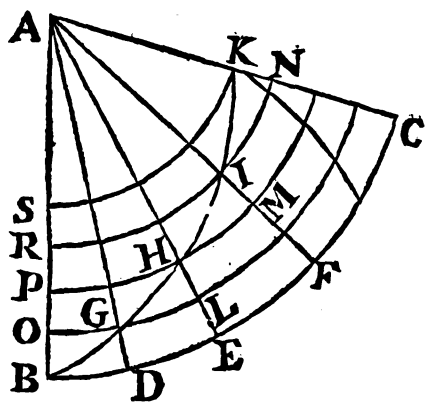
PROPOSITIO X.

Problema.

Data mutatione latitudinis, & distantia terminorum concludere rombum.

Quamvis hæc propositio non sit necessaria ad conficiendam tabulam, potest tamen utilis esse, ad cognoscendum rumbum per quem instituenda est navigatio.

Suppono ergo navim solvere ex quadragesimo parallelo, & perveniisse ad decimum, perfecisseque



milliaria 680, quæritur rombus per quem facta est navigatio. Debeo in triangulo CBK instituere regulam trium, nempe ut BK 680 ad KC decem graduum seu minutorum 600, ita sinus totus ad sinum anguli KBC complementum anguli loxodromici Gr. 28. 4. min. nempe inter secundum, & tertium rombum.

PROPOSITIO XI.

Problema.

Dato angulo loxodromiæ, & itinere confecto invenire crus mecodynamicum.

Vide figuram præcedentem.

Vocamus latus mecodynamicum, aggregatum arcuum diversorum parallelorum; nempe cum loxodromiam dividamus in minutissimas partes, quæ sensibiliter à linea recta non recedant, formamus totidem triangula, quæ habent pro uno latere arcum paralleli. Ut in eadem figura formatis quatuor triangulis possum facilè per trigonometriam invenire quot milliaria contineant arcus BD, GL, HM, I N, quæ in milliaribus æqualia sunt, non autem in numero graduum, aut minutorum. Possumus igitur per unam analogiam invenire summam illorum arcuum in milliaribus, & hanc summam vocamus latus mecodynamicum, quod nempe potestate, seu virtute continet longitudinem.

Fiat ut sinus totus
ad sinum anguli loxodromici,
ita Loxodromia in milliaribus
ad latus mecodynamicum, seu ad latera B D, GL, HM, I N simul sumpta in milliaribus, quæ summa à nonnullis nominatur milliaria Est & Oüest, seu milliaria longitudinis.

Supponantur confecta milliaria 998. in tertio rombo, cujus inclinatio graduum 33. 45. Instituo regulam trium, in qua primus numerus est sinus totus, secundus erit 55557, sinus graduum 33. 45. tertius 998 mille. Multiplico duos ultimos numeros, & ex producto 55445886 abscindo quinque figuras, habeoque $554\frac{45886}{100000}$ pro crure mecodynamico. Difficultas autem erit ut hæc milliaria reducantur ad gradus, & minuta. Si enim navigatio fuit prope equatorem, pauciores gradus, conficient hujusmodi milliaria; si remotior fuit ab æquatore, plures, quia nempe gradus parallelorum vicinorum æquatori longiores sunt. Quare ut milliaria ad gradus revocentur, debemus scire quot milliaria, cujuslibet paralleli gradus habeat.

PROPOSITIO XII.

Problema.

Data mutatione latitudinis, & angulo loxodromico invenire latus mecodynamicum.

Vide figuram præcedentem.

In eadem figura fiat ut sinus totus ad tangentem anguli loxodromici, ita mutatio latitudinis sumpta in milliaribus, ad latus mecodynamicum; seu ad milliaria longitudinis.

Demonstratio. In triangulis BGD, GHL HIM, IKN eadem est ratio GD ad BD, HL ad GL, IM, ad MH, KN ad NI, ac sinus totius ad tangentem anguli BGD. Quare ita erunt omnia latera latitudinis, seu mutatio latitudinis ad milliaria longitudinis; ut sinus totus ad tangentem anguli loxodromici.

PROPOSITIO XIII.

Problema.

Data mutatione latitudinis, & itinere confecto, reperire crus mecodynamicum.

Vide figuram præcedentem.

Suppono in eadem figura cognosci mutationem latitudinis C K & iter confectum C K, subtraho quadratum latitudinis in milliaria redacta, ex quadrato loxodromiæ BK, restabit quadratum cruris mecodynamici, seu milliarium longitudinis; & extrahendo radicem quadratam, habebuntur ipsa milliaria longitudinis.

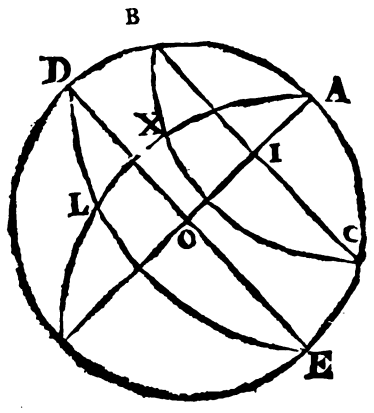
Demonstratio. In triangulis BGD, BHL, &c. quadrata BG, GH, &c. æqualia sunt quadratis ex GD, BD; HL, GL, &c. Sed tota BK ad totam KC, & ad totam BD eandem habet rationē ac BG ad GD & BD, igitur quadratum ex B K, æquale erit quadrato ex CK, & quadrato lineæ compositæ ex BD, GL, HM, IN. In praxi duplus logarithmus KC, ex duplo logarithmo BK, restabit duplus lo-

garithmus cruris mecodynamici, ſeu milliarium longitudinis.

PROPOSITIO XIV.

Theorema.

Ut ſinus totus ad ſinum complementi latitudinis, ita numerus milliariorum in arcu æquatoris contentorum ad numerum milliariorum ſimilis arcus paralleli.



Punctum A ſit polus, parallelus BXC, æquator DLE, BI eſt ſinus arcus AB, complementi latitudinis DB, ductiſque meridianis ABD, AXL arcus DL, BX erunt ſimiles, hoc eſt æqualem numerum graduum, & minutorum continebunt. Dico eandem eſſe rationem ſinus totius DO ad BI ſinum complementi latitudinis, ac arcus LD ſumpti in milliaribus ad arcum B X, ſumptum item in milliaribus.

Demonſtratio. Circumferentiæ circulorum, ſicut & arcus ſimiles, in eadem ſunt ratione ac ſemidiametri, ut probavimus in geometria: ſed BI eſt ſemidiameter paralleli BXC, & DO ſemidiameter æquatoris. Ergo ut eſt ſinus totus ad ſinum complementi latitudinis, ita arcus æquatoris ad ſimilem arcum paralleli.

COROLLARIUM I.

Convertendo *ita erit arcus paralleli ad ſimilem arcum æquatoris, ut ſinus complementi latitudinis ad ſinum totum.*

COROLLARIUM II.

Quia autem ſinus totus medius eſt proportionalis inter ſinum complementi & ſecantem arcus, hoc eſt ita eſt ſinus complementi ad ſinum totum, ſicut ſinus totus ad ſecantem latitudinis.

Eadem erit ratio ſinus totius, ad ſecantem latitudinis, ac arcus paralleli ad ſimilem arcum æquatoris.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

Sinus complementi latitudinis cujuſcumque paralleli per ſinum totum diviſus, dat quot ſint milliaria in quolibet gradu illius paralleli.

Suppono inquiri quot ſint milliaria, in uno minuto paralleli 52 & 20 minutorum. Sinus complementi latitudinis ejus eſt 61377, qui ſi dividatur per ſinum totum, fiet fractio $\frac{61377}{100000}$, dico hanc fractionem exprimere magnitudinem unius minuti illius paralleli.

Demonſtratio. Eadem eſt ratio ſinus totius ad ſinum complementi paralleli propoſiti, quæ arcus unius minuti, hoc eſt unius milliaris, ad arcum unius minuti paralleli, ut vidimus. Quare ſi multiplices ſinum illum complementi per unitatem, quæ multiplicatio nihil immutat, & productum dividas per ſinum totum, habebitur quantitas unius gradus talis paralleli.

COROLLARIUM I.

Si addatur o ſinui complementi illius paralleli, dividâſque hunc numerum per ſinum totum, habebis milliaria contenta in decem minutis illius paralleli. Ut in noſtro exemplo ſinus complementi eſt 61377. adde o fiet 613770, divide per ſinum totum 100000, habebiſque pro quotiente $6.\frac{13770}{100000}$ milliaria contenta in decem minutis paralleli Gr. 52. min. 20.

COROLLARIUM II.

Vides per ſolam additionem componi poſſe tabulam, quæ indicet quot milliaria contineant quotlibet gradus, & minuta propoſiti paralleli, hanc tabulam habes in fine operis.

PROPOSITIO XVI.

Theorema.

Ut ſinus totus ad ſecantem latitudinis alicujus paralleli; ita quilibet numerus milliariorum ad numerum minutorum ipſis reſpondentium in eodem parallelo.

Hæc propoſitio videtur utilior præcedente, indicat enim quot gradus & minuta efficiat, in quolibet patallelo certus numerus milliariorum. Dico ergo quod ſi inſtituatur regula trium, in qua primus numerus ſit ſinus totus, ſecundus ſit ſecans latitudinis, ſeu declinationis alicujus paralleli, tertius quicumque numerus milliariorum, quartus erit numerus minutorum ipſis in tali parallelo reſpondentium.

Demonſtratio. Vidimus in Corollariis duodecimæ, eandem eſſe rationem ſinus totius ad ſecantem latitudinis paralleli, ac arcus illius paralleli ſumpti in milliaribus ad numerum milliarium arcus ſimilis æquatoris. Sed milliare in æquatore eſt unum minutum, & quot ſunt minuta in arcu æquatoris, tot ſunt in arcu ſimili paralleli. Ergo per regulam prædictam invenitur, quot propoſito numero milliarium, reſpondeant minuta paralleli.

Hac propoſitione tabulam utiliſſimam conſtruimus, quæ indicat quot gradus & minuta reſpondeant cuilibet numero milliarium in quolibet parallelo. Hæc invenitur in fine libri, ejuſque uſum explicabo poſtea.

PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO XVII.

Problema.

Milliaria longitudinis, in gradus & minuta convertere.

Hæc ſola propoſitio perficit columnam longitudinis tabularum loxodromicarum. Suppono ergo navim ſolviſſe ab æquatore, ut eat verſus polos, per quemlibet Rhombum, volo ſcire quantum mutata fuerit longitudo, in ſingulos parallelos, diſtantes ab invicem decem minutis.

Suppono parva triangula, quæ pro uno latere habeant 10 gradus latitudinis, & latus mecodynamicum divido in tot partes, æquales quot inveniuntur hujuſmodi triangula. Verbi gratia inſtituatur navigatio per tertium rhombum, mutataq; latitudine 6 graduum, inveniatur latus mecodynamicum ſeu milliaria longitudinis 240 $\frac{1}{2}$. Quia in 6 gradibus invenio trigeſies ſexties decem minuta, divido 240 $\frac{1}{2}$ per 36, & invenio pro unoquoque parvo triangulo 6 milliaria & $\frac{6817}{10000}$. Quare facio ſummam ex ſinu toto, & ſecantibus parallelorum triginta quinque, hoc eſt ſecantibus 10. 20. 30. 40. 50 min. unius gradus, tum unius gradus cum 10. 1.20. 1.30. & ita deinceps, quam ſummam multiplico, per 6. $\frac{6817}{10000}$ & ex producto tot abſcindo ultimas figuras, quot ſunt 0 in ſinu toto. Dico haberi minuta longitudinis.

Demonſtratio. Formatis 36 triangulis, habemus latus quodlibet longitudinis ſeu arcum paralleli, inter quos arcus æquatoris eſt primus, quemlibet continere min. 6 $\frac{6817}{10000}$. Vidimus autem (*per præcedentem*) in ſingulis parallelis ſi fieret ut ſinus totus ad ſecantem paralleli, ita numerus quilibet milliariorum in eo parallelo ſumptorum, productum fore numerum minutorum iis milliaribus reſpondentium, igitur componendo ita erit ſinus totus ad ſummam ſecantium ut 6 milliaria $\frac{6817}{10000}$ ad ſummam minutorum.

COROLLARIUM I.

Poſſunt haberi aliæ analogiæ, verbi gratia; ita erit ſinus totus totius repetitus, quot ſunt ſecantes ad ſummam ſecantium, quæ milliarium longitudinis ad minuta longitudinis. Demonſtratio patet per ſe.

COROLLARIUM II.

Addo inſuper, ſi fiat ſumma ſinuum complementorum latitudinis parallelorum 35, addito iis ſinu toto, pro ſecundo termino ſumatur ſinus totus trigeſies ſexties, pro tertio milliaria longitudinis, quartus dabit minuta longitudinis.

Demonſtratio. Eadem eſt ratio ſinus complementi latitudinis ad ſinum totum, quæ ſinus totius ad ſecantem, ſed ut ſinus ad ſecantem, ita vidimus eſſe milliaria longitudinis ad minuta longitudinis reſpondentia, igitur componendo, ita erit ſumma omnium ſinuum complementorum ad ſinum totum toties ſumptum, ut milliaria longitudinis, ad minuta longitudinis.

In praxi qui volet exactiſſimè procedere, deberet milliaria longitudinis ſupputare pro uno triangulo, in quo mutatio latitudinis eſt min. 10. tum in ſingulis parallelis ſupputare minuta longitudinis iis milliaribus reſpondentia.

Tabula indicans in ſingulis rumbis milliaria longitudinis reſpondentia mutationi latitudinis min. 10.

Rombus	Milliaria longitudinis.
1.	$1\frac{9891.}{10000.}$
2.	$4\frac{1421.}{10000.}$
3.	$6\frac{6718.}{10000.}$
4.	10.
5.	$14\frac{9661.}{10000.}$
6	$24\frac{1421.}{10000.}$
7.	$50\frac{2734.}{10000.}$

Qui nolet ita exactè procedere videt in ſingulis parallelis graduum integrorum, quot hæc milliaria longitudinis dent minuta ejuſdem longitudinis, verbi gratia in primo rumbo in parallelo 20 graduum eius ſecantem 186417, multiplico per $1\frac{9891}{10000}$ & ex producto deleo quinque characteres ultimos invenioque 2 minuta & $\frac{11674}{100000}$ quæ reducere potes in ſecunda, hoc peracto pro ſingulis gradibus integris minuta intermediorum intervallorum perficienda per partes proportionales.

Ad conſtructionem tabularum utiliſſima eſſe poteſt tabula, latitudinum creſcentium quam Snellius propoſuit, nempe addit ſimul omnes ſecantes. In prima linea eſt ſinus totus. In ſecunda ſinus totus, & ſecans unius minuti. In tertia ſinus totus, & ſecantes unius, & duorum minutorum; ego poſui tabulam minorem quæ nempe procederet per dena minuta. Hujus tabulæ uſus in conſtruendis tabulis manifeſtus eſt, ex analogiis ſupra poſitis.

Addo inſuper in hujuſmodi tabula demonſtrari mappam reductam, in qua gradus meridiani æquales fiunt ſecantibus, hæc mappa præciſa eſt, quidquid contra dixerint aliqui, qui demonſtrationem à Snellio allatam concipere non potuerunt. Hanc demonſtrabo inferius multaſque praxes etiam Arithmeticas ex ea deducam.

Digitized by Google

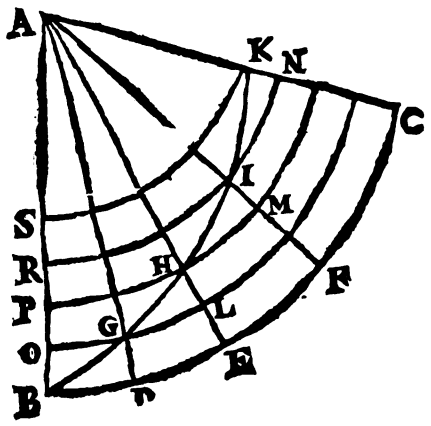
PROPOSITIO XVIII.

Theorema.

Explicatio Tabularum Loxodromicarum.

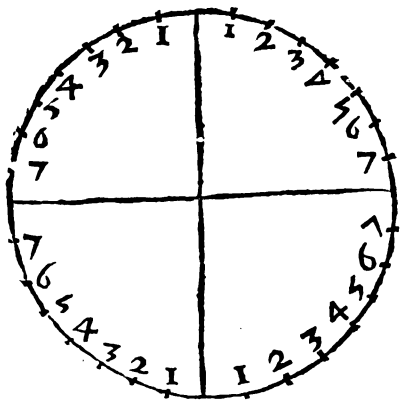
Tradita conſtructione tabularum quæ ſine trigonometria haberi non poteſt, tabulas ipſas naucleris proponimus, à quibus cum tanta trigonometriæ ſcientia jure ſperari non poſſit, ſolos tabularum uſus qui in additione ſola & ſubtractione poſiti ſunt exigimus. Hæ tabulæ non ſunt accommodatæ pro ſingulis angulis inclinationis; ſed tantum 32 Rhombis, quod ſufficit ad omnem navigationem dirigendam, cum ulterius diviſa non fuerit pixis nautica.

Notandum eſt primo rhombos oppoſitos eundem angulum cum meridiano comprehendere, immo eandem eſſe lineam, ut ſi aſcendamus ab æqua-



tore versùs polos per loxodromiam BHK, quæ ſit Nordeſt, quæ cum meridiano angulum A B K 45 graduum comprehendit, navis quæ eſt in K, per eandem lineam KB quæ tunc erit Sudoüeſt, & quæ cum meridiano KC angulum BK efficit, ad æquatorem accedet.

Notandũ eſt ſecundò rhombos hinc inde æqualiter à meridiano diſtantes æqualem angulum comprehendere, ut Sud-Sudeſt, Sud-Sudoüeſt, Sudeſt Sudoüeſt, Eſt Sudeſt, Oüeſt Sudoüeſt, & ita de reliquis. Quare ſufficit ſi laxodromias habeamus



unius quadrantis circuli. Prima enim erit pro Nordquard Nordeſt, Nordquard-Nordoüeſt; Sudquard Sudeſt, Sudquard Sudoüeſt. Secunda repræſentat rhombos Nord Nordeſt, Nord-Noroüeſt, Sud-Sudeſt, Sud-Sudoüeſt. Tertia Nordeſt quard-Nord, Noroüeſt quard Nord, Sudeſt quard Sud, Sudoüeſt quard Sud. Quarta dat Nordeſt, Noroüeſt, Sudeſt, Sudoüeſt. Quinta habet Nordeſt quard eſt. Noroüeſt quard oüeſt, Sudeſt quard-Eſt, Sudoüeſt quard oüeſt. Sexta eſt Nordeſt, Oüeſt Noroueſt, Eſt Sudeſt, Oüeſt Sudoüeſt. Septima Eſt quard Nordeſt, Oüeſt quard Noroüeſt, Eſt quard Sudeſt Oüeſt quard Sudoüeſt.

Hæ tabulæ per propoſitiones præcedentes ita conſtruuntur, ut loxodromia ab æquatore incipiat, uſque ad 70 gradum latitudinis.

Prima columna latitudinis communis eſt omnibus loxodromiis, creſcitque per dena minuta. Secunda tabula continet mutationem longitudinis, ſemper numerando ab æquatore, & hoc pro ſingulis loxodromiis. Tertia columna oſtendit iter, creſcitque æquabiliter.

Tabula milliariorum decurſorum in quolibet Rhombo pro quolibet gradu latitudinis.

Rhombus	Milliaria.
1.	$61\frac{1}{5}$
2.	$64\frac{4}{5}$
3.	72
4.	$84\frac{4}{5}$
5	108
6.	$156\frac{4}{9}$
7.	$307\frac{3}{5}$

Mutatio latitudinis in ſingulis rhumbis dat quantitatem itineris diverſam, hoc eſt ad mutandam latitudinem uno gradu per primum rhombum decurrenda ſunt milliaria $61\frac{1}{5}$ per ſecundum $64\frac{4}{5}$ & ita de reliquis.

Omnes tabulæ loxodromicæ hactenus propoſitæ erroribus ſcatent, quare eas iterum ſupputavi, ſunt ita confectæ ſecundum milliaria, quorum 60 in gradu maximi circuli telluris.

PROPOSITIO XIX.

Problema.

Uſus tabularum loxodromicarum.

Uſus harum tabularum in ſolvendis Problematibus nauticis ſine ulla trigonometria, ſed per ſolam

Digitized by Google

lam additionem,& ſubtractionem.Sunt autem hæc problemata tantum ſex.

PROBLEMA I.

Data longitudine, & latitudine utriuſque termini à quo, & ad quem invenire rumbum & quantitatem itineris.

Navis ſolvat ex Promotorio Angliæ cujus longitudo 16,20, & latitudo 51,8, ut eat in Inſulam Palmariam cujus latitudo 26,30, & longitudo 35, 40, ſubtracta minori ex majore longitudine reſtat 19,20,differentia longitudinum. Conſule tabulam rumbi æſtimati, & examina an tantam concedat differentiam longitudinis ſub hac mutatione latitudinis. Seligatur verbi gratia quartus Rombus.

Quære in columna quarti rombi, è regione latitudinis 51,8, longitudinem reſpondentem,quam invenies 59, 46. Quære item è regione latitudinis Inſulæ Palmariæ quæ ſupponitur 26, 30, longitudinem reſpondentem,quam invenio graduum 29, 46, ſubtrahendam ex præcedente, habebiſque differentiam longitudinis huic rombo debitam eſſe 30 graduum.Debuerat autem tantum eſſe graduum 19, 20. Igitur quartus rombus nimis obliquus eſt, alius ergo minus à meridiano recedens eligendus eſt; nempe tertius in quo latitudini gr. 11.8. reſpondet longitudo 39,54, & latitudini 28, 30, reſpondet longitudo 19, 56, ſubtrahenda ex priore, reſtabitque differentia longitudinis 19, 58, pro 19, 20, quare ille rombus aſſumi poteſt declinando uno circiter gradu ad meridianum.

Ut habeatur diſtantia ſeu iter conficiendum, aufer minorem ex majori latitudine, habebiſque, gradus 22, 38, differentiæ latitudinis quibus reſpondent in tertio milliaria 1634 milliaria ſeu leucas $544\frac{2}{3}$.

Si latitudines eſſent diverſæ ſpecici, hoc eſt una borealis, altera Auſtralis, addendæ eſſent ut haberetur differentia.

PROBLEMA II.

Dato rumbo, & itinere confecto, una cum longitudine & latitudine termini à quo, invenire terminum ad quem, ſeu ejus longitudinem, & latitudinem.

Navis ſolvit ex decimo parallelo per 4 Rombum ſcilicet per Noroüeſt, confecitque milliaria 1317,quæritur locus ad quem pervenit.

Quære in columna tertii rumbi milliaria 1317. eaque invenies reſpondere latitudini graduum 15. min 15. quam addes latitudini termini à quo,quia navigatio procedit, habebiſque pro latitudine termini ad quem grad.25.min.25.

Longitudo debita gradibus lat.25.25 in quarto rombo erit 26.17. è qua ſubtrahes longitudinem reſpondentem gradibus 10. nempe 10. 3. reſtabitque differentia longitudinum 16. 14.& quia proceſſiſti ad Oüeſt, nempe ad Noroueſt, hæc differentia ſubtrahenda eſt ex longitudine termini à quo, ut habeatur longitudo termini ad quem.

PROBLEMA III.

Data latitudine utriuſque termini, & rumbo cognoſcere diſtantiam,& differentiam longitudinum.

Navis ſolvit ex magna Canaria, quæ jacet in 28 gradu latitudinis, & navigavit per Nordeſt ad gradum $36\frac{1}{2}$ quæritur iter confectum & differentia longitudinum.

Pro primo ſubtrahe minorem latitudinem ex majore, nempe 28 ex $36\frac{1}{2}$ reſtat differentia latitudinis $8\frac{1}{2}$, cui reſpondent in 4 Rombo milliaria 720.

Subtrahe ex longitudine debita gradibus latitudinis $36\frac{1}{2}$, in 4 rombo nempe ex 39. 15. longitudinem debitam minori latitudini gr.28, hoc eſt gradus 29. 11. facta ſubtractione reſtabit differentia longitudinum gr.10. min.4. addenda longitudini termini à quo,quia proceſſiſti ad Eſt,ſeu ad Nordeſt.

PROBLEMA IV.

Data latitudine utriuſque termini, & itinere confecto, invenire rumbum, & differentiam longitudinis.

Hoc problema indicat utrum navis inſiſtat rombo, ad quem dirigitur prora, an verò abrepta fuerit.

Suppono utriuſque termini,& notam eſſe quantitatem itineris. Sit profecta navis ex latitudine 20 graduum, & poſt multos dies navigationis obſervetur latitudo grad. 46. 50. ſitque iter 4200 milliarium, ſubtracta minori ex majore latitudine, reſtat differentia latitudinis 26. 50, quæro in quo rumbo invenitur hic numerus 4200 reſpondere latitudini gr.26. 50, invenio 6 rumbum.

Ut habeatur differentia longitudinum, ſubtraho longitudinem reſpondentem latitudini 20 graduum in ſexto rumbo,nempe 49. 15. ex longitudine reſpondente latitudini graduum 46. 50. id eſt ex gradibus 128. 18. eritque differentia longitudinum 79.

PROBLEMA V.

Data differentia longitudinum, latitudine unius & diſtantia terminorum, invenire rumbum & alterius termini latitudinem.

Aſſume rumbum quem accommodatiſſimum judicabis, & examina quæ differentia latitudinis reſpondeat, itineri dato, tum ſubtracta una longitudine ab alia, videbis an reſpondeat data longitudinis differentia. Sit verbi gratia differentia longitudinum; ſit graduum 10. min.36, & iter 848 milliarium; Exiſtimo quartum rumbum eſſe accommodatum. Quare in eo hunc numerum 848, quem video reſpondere latitudini 10 graduum. Supponamus me ſolviſſe ex decimo quarto parallelo, addendo 10 gradus fit latitudo grad.24. cui reſpondet longitudo 24. 44 ex qua ſubtraho latitudinem reſpondentem latitudini graduum 14,reſtatque differentia longitudinis graduum 10. 36 æqualis datæ. Igitur quartus rumbus huic exemplo congruit.

PROBLEMA VI.

Data differentia longitudinum, & Rombo, cum latitudine unius termini; invenire iter confectum; & latitudinem alterius termini.

Supponamus navigatũ fuiſſe per quartum rumbum, ex latitudine 30 graduum versùs polum,donec longitudo mutata ſit grad.34.quære in quinto rumbo longitudinem reſpondentem latitudini graduũ 30.invenies gr.46.6. cui addes differentiã 34: fietque longitudo grad.80. cui reſpondet latitudo

47,30.

Digitized by Google

47. 30. Pro itinere ſubtrahe iter in eodem rumbo reſpondens latitudini 30 graduum, ex itinere reſpondente latitudini graduum 47. 30. habebiſque diſtantiam terminorum, ſeu iter confectum.

Pleræque praxes propoſitæ ſupponunt latitudines ejuſdem ſpeciei ſi eſſent diverſæ, nempe una borealis, Auſtralis altera addendæ eſſent. Cavendum etiam eſt ne fiat æquivocatio in longitudine numeranda, quoties, cum ultra primum meridianum fit tranſitus.

Adjiciam item in ſequenti libro praxes faciliores, nempe Geometricas, quamvis exiſtimem vix mereri nomen naucleri qui additionem, & ſubtractionem ignoret, atque adeo qui facile his tabulis uti non poſſit.

Directio navis per ſinus, tangentes, & ſecantes.

PROPOSITIO XX.

Theorema.

Mappa reducta in qua eadem eſt ratio decem minutorum paralleli, ad decem minuta meridiani procedendo versùs polum; quæ ſinus totius, ad ſecantem ejuſdem paralleli, præciſa eſt, habetque laxodromias in lineam rectam ductas.

Ad cæteras praxes accedimus, & quæ præcipuè ſinus, tangentes, & ſecantes adhibent. Ut autem demonſtrativè procedam, oſtendamque tabulam quam vocant, *Latitudinum creſcentium* accommodatam eſſe iſtis operationibus nauticis, hanc quaſi extenſam exhibeo, & aſſero mappam hydrographicam quam communiter *reductam* nominamus, præciſam eſſe, & in ea rhombos per lineas rectas rectè deſcribi poſſe.

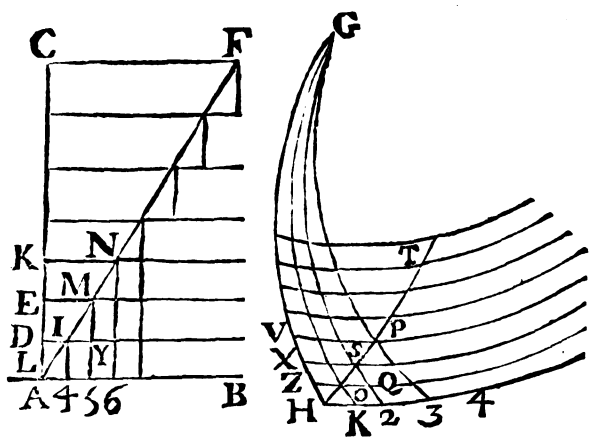
Snellius quidem ea virtualiter uſus eſt, videtur tamen ejus naturam non ſat clarè explicuiſſe, quare cum aliorum inventa à me referenda non ſint, quin aliquid de meo iis adjiciam, praxes ejus ad hanc mappam revocandam cenſui. Sic enim, & melius eluceſcit hæc materia, multæque praxes excogitantur quæ ipſi in mentem non venerant. Snellius ſuppoſuit minutum primum unius gradus telluris, ita parum à linea recta deficere, ut pro ea tutò, & ſine ullo erroris periculo aſſumi poſſit.

Ego verò tantàm præciſionem non requiro; aſſumamque decem minuta, atque ita totum globum divido in parva triangula, quorum unum latus eſt 10 minutorum, & volo ut ea rectangula ſphærica licet, pro rectilineis aſſumantur.

Id autem ſolemne eſt apud Aſtronomos, qui invento angulo parallactico, parallaxin longitudinis, & latitudinis per triangulum rectilineum determinant, quamvis re vera ſphæricum ſit.

Suppono ergo mappam Geographicam in qua meridiani paralleli ſint & ducti per dena minuta, diſtantia autem paralleli diſtantis decem minutis ab æquatore æqualis ſit 10 minutis ipſius æquatoris, diſtantia verò paralleli 20 minutorum à parallelo 10 minutorum eandem habeat rationem ad 10 minuta æquatoris, ac ſecans 10 minutorum ad ſinum totum. Pariter eadem ſit ratio decem minutorum ſubſequentium procedendo versùs polos, hoc eſt paralleli 30 minutorum à parallelo 20, quæ ſecantis 20 min. ad ſinum totum, atque ita addentur continuò ſecantes latitudinis parallelorum, ipſeque parallelus habebit ſuam ſecantem ſupra ſe versùs polum, atque ita perinde eſt ac ſi ſecantes latitudinum ſimul adderem.

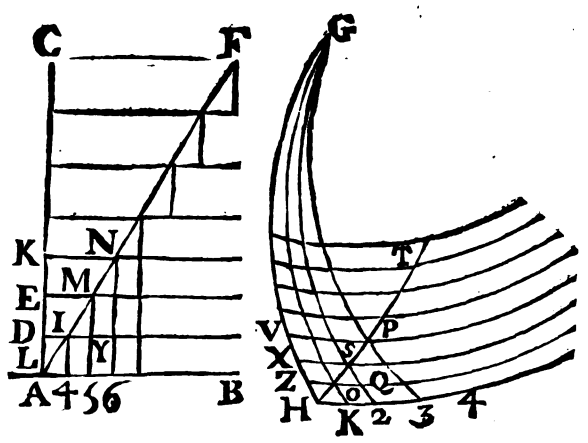
Dico igitur hanc mappam Geographicam præciſam eſſe, ita ut linea rhombi cujuſque, hoc eſt quæ cum meridiano angulum proprium illius rhombi efficiat, ſingulos parallelos in iiſdem proportionaliter punctis ſecet, ac ſimilis rhumbus ſupra tellurem ductus, parallelos ejuſdem telluris ſecat.



Sit æquator mappæ AB, meridianus AC, in quo ducti ſunt paralleli per dena minuta, ſecundum proportionem ſecantium, arcus AL contineat 10 minuta æquatoris, ſitque AD ipſi æqualis, ſit item eadem ratio DE ad DI, aut DL, quæ ſecantis 10 minutorum ad ſinum totum. Pariter ita RE ad DL quæ ſecantis 20 min. ad ſinum totum & ita conſequenter. Ducatur linea AF, quæ cum meridiano AC comprehendat angulum cujuſcumque rombi verbi gratia ſecundi. Pariterque ſupra tellurem in qua G eſt polus æquinoctialis HK, ducantur paralleli per dena minuta, & rumbus HT qui cum meridianis omnibus efficiat angulum 22 graduum cum dimidio, debeo oſtendere lineam AF abſcindere in parallelis DI, EM, RN eundem numerum graduum incipiendo à meridiano AC, ac rombus HT in parallelis HK, Zq, XS.

Demonſtratio. Triangula OHK, AI4 habent angulos 4 & K æquales, utpote rectos, & angulos A I 4, HOK æquales angulo ſecundi rumbi; & cum triangulum H O K ita parvum ſit ut pro rectilineo aſſumi poſſit, erunt triangula ſimilia, eritque ut HK ad KO in globi ſuperficie, ut A 4 ad 41 in mappa, erat autem 41 ſeu AD æqualis 10 minutis æquinoctialis, ſicut HZ ſeu K O continet 10 minuta æquatoris. Quare eadem eſt ratio

Digitized by Google



ratio AK ad 10 minuta mappæ, ac HK, ad decem minuta telluris, quare A 4 tot abscindit minuta in mappa, quot HK in tellure. Ostēdam pariter triangulum IYM, OQS esse æquiangula, igitur eadem est ratio IY, seu 45 ad YM, ac Oq seu K2 ad qS, id est ad 10 minuta meridiani aut æquatoris. Sed ut decem minuta æquatoris ad 10 minuta paralleli Oq, ita secans latitudinis 10 min. ad sinum totum, & ex constructione mappæ ita MY ad decem minuta æquatoris. Habemus ergo 6 magnitudines proportionales secundum æqualitatem ordinatam in globo arcus Oq arcus q S seu decem minuta meridiani, aut æquatoris, & 10 min. paralleli Oq, in mappa Geographica linea 45, linea YM, & 10 min. æquatoris. Quare eadem erit ratio arcus OQ ad decem minuta ejusdem paralleli, ac lineæ 45 ad 10 minuta æquatoris ejusdem mappæ, ideoque arcus Oq in superficie globi, & linea 45 mappæ, eundem continent numerum graduum, aut minutorum. Sed tam arcus 45, IY, DI, A 4, in mappa, quam K2, Oq; HK, ZO totidem minuta continent, utpote contenta inter eosdem meridianos: igitur arcus DY in mappa, & arcus Zq supra globum eundem graduum numerum minutorum continet. Quod autem de uno parallelo probavi, de aliis omnibus probari potest, igitur linea AF eodem modo secat parallelos mappæ, ac rumbus HT parallelos globi; ergo mappa præcisa est.

COROLLARIUM.

Ex his concludo quod si hæc mappa, seu praxes ex ea deductæ hoc est per latitudines crescentes non conveniunt cum praxibus medii paralleli, id ex eo provenire, quod praxes medii paralleli seu medii proportionalis exactæ non sint, nec adhibendæ nisi dum instituitur calculus unius, aut alterius diei.

PROPOSITIO XXI.

Problema.

Solvere omnia problemata nautica per tabulam latitudinum crescentium.

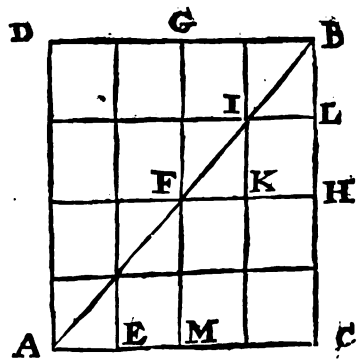
Non erit difficile solvere omnia problemata nautica per tabulam latitudinis crescentis, unà cum tabula sinuum tangentium, & secantium. Ita autem exactè procedimus, ac si mappa geographica uteremur ingenti, cujus scilicet dena quæque minuta in 100000 partes sensibiles divideretur. Notandum autem nos posuisse tabulam latitudinum crescentium tantum per gradus, ita ut gradus unus divideretur in 10000 partes; aliam quidem majorem construxeramus, sed postea mutavimus sententiam, eamque non necessariam judicavimus.

PROBLEMA I.

Data longitudine, & latitudine terminorum invenire rumbum, & distantiam.

Hoc problema necessarium est antequam solvat navis.

Suppono navim proficisci ex puncto A æquatoris & ex meridiano A, terminus ad quem sit B, ita ut AC differentia longitudinum sit grad. 6,



min. 2, & differentia latitudinum sit graduum 9, AC est ergo graduum 6, quibus addes quatuor o ut fiant 60000. Si velis habere rationem duorum minutorum adde bis 166, seu 332, fientque 60332. Assume ex tabula latitudinum crescentium numerum respondentem novem gradibus nempe 90311, fiatque regula trium, ut BC 90311 ad AC 60332, ita sinus totus ad quartum, habebisque sinum anguli ABC, seu alterni DAB, gr. 33. 45, nempe angulum tertii rumbi.

Pro distantia seu itinere fiat ut sinus totus BC ad AB secantem anguli 33.45, ita BC sumpta in milliaribus multiplicando 9 per 60, seu milliaria 540 ad AB 648.

Si vero proficiscitur navis ex puncto F verbi gratia ex tertio parallelo, sitque F H differentia longitudinum 4 graduum & minutorum 2, ut habeatur HB, subtrahenda est CH, numerus scilicet respondens parallelo tertio, ex CB numero respondente nono, seu 30007 ex 90311, restatque 60304. Fiat ut BH 60304 ad FH 40332. ita sinus totus BH, & HF tangentem anguli FBH gr. 33. 45.

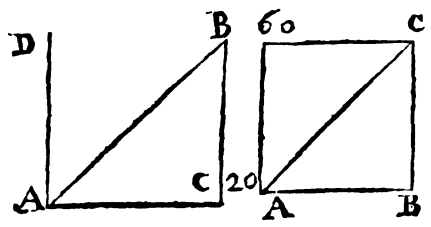
Ut habeatur FB debet institui regula trium in qua BH sumatur simpliciter in milliaribus, multi-

plicando 6 gradus per 60, nempe milliaria 360. Fiat enim ut ſinus totus BH ad ſecantem BF, anguli FBH, gr. 33 45, ita BH 360 milliarium ad BF 432.

PROBLEMA II.

Dato rumbo, & itinere invenire differentiam latitudinum, & longitudinum.

Supponamus inter AB eſſe 150 milliarium, & angulum BAD eſſe quinti rumbi ſeu grad 56. 15.



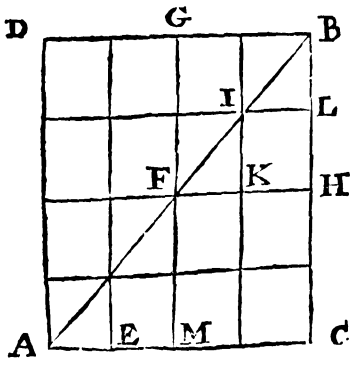
In triangulo ABC, datur angulus B 56. 15, angulus C rectus & AB 150. Fiat ut AB ſinus rectus ad ſinum anguli BAC 33.45, complementi anguli dati B, ita AB 150 milliarium, & habebis 111 milliaria ſeu minuta. Divide per 60, habebis unum gradum min. 51.

Ut habeatur differentia longitudinum nempe AC, quærendus eſt valor lineæ BC in partibus tabulæ latitudinum creſcentium, nempe ſi navis ſolvit ab æquatore ſumendus eſt in tabula numerus reſpondens latitudini datæ. Si latitudo eſt verbi gratia à 20 ad 30, auferendus eſt numerus in tabula reſpondens latitudini 20 graduum, ex numero reſpondente latitudini majori 30 graduum, & cum hoc numero inſtitues regulam trium, ut ſinus totus ad ſinum anguli laxodromiæ, ita BC ſumpta in numeris tabulæ creſcentium latitudinum ad AC quæ diviſa per 10000 dat gradus longitudinis.

PROBLEMA III.

Data itineris quantitate, & latitudine duorum terminorum, invenire rumbum, & differentiam longitudinis.

Proficiſcatur navis ex puncto A æquatoris, perveniatque ad nonum parallelum per AB, perfeceritque milliaria 648; quæritur rumbus per quem facta eſt navigatio, & longitudinis differentia ſeu AC.



Fiat ut AB 648 milliaria, ad CD graduum 9 ſeu minuta aut milliaria 504, ita ſinus totus ad ſinum anguli BAC, complementi anguli loxodromiæ DAB, invenieſque 33, 45.

Ad inveniendam AC differentiam longitudinis ſumenda eſt BC in partibus tabulæ longitudinum creſcentium, nempe 90311. Fiat ergo ut BC ſinus totus ad AC tangentem anguli loxodromici 33, 45, ita BC 90311 ad AC 60332, & dividendo per 10000 habebis 6 gradus & minuta duo.

Si navis proficiſceretur ex F, ut haberetur BH, ſubtrahendus eſſet numerus in tabula latitudinum creſcentium, reſpondens latitudini H, ex numero reſpondente latitudini B.

Ut igitur totum artificium cognoſcas, utendum eſt numeris tabulæ quoties comparatur linea BC cum linea AC, nempe latitudo cum longitudine, ut ſi ex differentia longitudinis concludas latitudinis differentiam, vel viciſſim; ex longitudine itineris concluditur latitudo ſimpliciter, quia gradus latitudinis in hac tabula ſunt menſura itineris, viciſſim ex latitudine ſimpliciter ſumpta concluditur iter.

Ex itinere immediatè non concluditur, longitudinis differentia.

Alia problemata facilè ex his perficiuntur. Qui tamen hanc tabulam uſurpare vellet, deberet eam paulò copioſiorem efficere, per dena minuta, addendo ſcilicet primò ſinum totum, tum ſecantem decem minutorum & ſecantem 20, ut diximus.

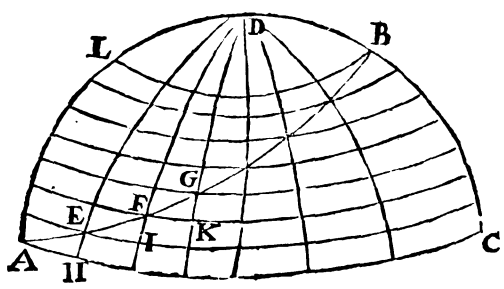
Hæc methodus per latitudines creſcentes exactior eſt quam quæ communiter per medium parallelum procedit.

PROPOSITIO XXII.

Theorema.

Reductio milliarium longitudinis ad gradus & minuta per medium parallelum proponitur.

Vidimus in conſtructione tabularum loxodromicarum, per ſimplices analogias haberi milliaria longitudinis, ſolamque difficultatem eſſe, ut hæc milliaria in gradus & minuta reducantur. Antequam autem ulterius procedam, expendere debeo an praxis illa, quæ milliaria longitudinis, ſeu ut vocant milliaria Eſt, & Oüeſt, revocat ad gradus, & minuta longitudinis, invento medio proportionali parallelo exacta ſit. Quam dico exactam non eſſe, nec niſi in minoribus curſibus adhibendam eſſe.



Proponatur loxodromia AB ad ſingulos meridianos ſimiliter inclinata. Sit æquator AC, polus terræ D, ex quo deſcribantur paralleli æquali intervallo inter ſe diſtantes, eruntque loxodromiæ ſegmenta AE, EF, FG æqualia ſunt, ut jam demonſtravi, arcus item meridianorum EH, FI KG ſupponuntur æquales, ſunt enim diſtantiæ parallelorum

Digitized by Google

lelorum. Habemus igitur parva triangula AEH, EFI, FKG omnino æqualia, atque adéo arcus AH, EI, FK ſunt æqualia in milliaribus; non tamen in numero minutorum. Nam ſi arcus EH in æquatore eſt decem milliarium, erit etiam decem minutorum, ſi vero EI in parallelo decem milliaria obtineat, plura quam 10 minuta continebit, atque ita in parallelo BL decem milliaria efficiunt 20 minuta. Supponamus igitur ex præcedentibus propoſitionibus innoteſcere arcus AH, EI, FK, alioſque decem milliariorum, ſi ego ſciam quot ſint hujuſmodi arcus ex A in B, habebo eorum ſummam, quam vocavimus crus mecodynamicum, ſeu milliaria longitudinis, ſeu Eſt Oüeſt. Hæc miliaria reducenda ſunt ad minuta. Si ea reduco quaſi omnia pertinerent ad æquatorem, numerus graduum & minutorum nimis parvus exurget. Si rationem habeo ſolius paralleli BL, numerus graduum minutorum nimis magnus. Ex natura rei deberet haberi ratio ſingulorum, multi tamen exiſtimarunt aſſumendum eſſe aliquem medium parallelum in quo fieret iſta reductio, & cui tribuerentur omnes iſti arcus. Quia nempe ſi hæc omnia milliaria tribuerentur parallelo BL, numerus minutorum nimis magnus eſſet, ſi aſſignarentur æquatori nimis parvus, poteſt inveniri aliquis intermedius parallelus cujus gradus, nec nimis parvi, nec magni erunt.

Hic autem medius parallelus ita cogitari poteſt, ut hinc inde æqualis, parallelorum numerus poſitus ſit. Vel ita ut ſit medius proportionalis Geometricè, vel medius proportionalis Arithmeticè.

Medius proportionalis primo modo facilè inveniri poteſt, ut ſi navigatum fuiſſet à vigeſimo latudinis gradu, ad ſexageſimum, medius eſſet quadrageſimus,

De medio parallelo Geometricè.

In ſecundo modo, debet eadem eſſe ratio unius gradus primi paralleli ad unum gradum medii, ac unius gr dus medii ad unum gradum tertii.

Facilè autem haberi poteſt medius proportionalis geometricè, ſi nempe addas logarithmos ſinuum complementi l titudinis extremorum parallelorum, ſumammque dividas bifariam, habebis logarithmum ſinus complementi latitudinis paralleli quæſiti. Sit navigatum ex vigeſimo parallelo uſque ad quadrageſimum, complementa ſunt ſeptuaginta, & quinquaginta Si addantur logarithmi ſinuum 50. & 70, & ſumma bifariam dividatur, exurget log. ſinus gr. 58 min. 3 complementi grad. 31 min. 57. Erit ergo parallelus graduum 31. 57 medius proportionalis geometricè, qui aliquando longitudinem exactiorem tribuit, quam medius proportionalis arithmeticè. Nonnulli hunc parallelum medium geometricè inter extremos aſſumunt ut in eo milliaria longitudinis ad gradus, & minuta revocent. Hæc fuit opinio cujuſdam qui docet Hydrographiam in urbe Kebec apud Canadenſes. Hic enim anno 1676. miſit quadrantem reductionis, cujus lateri addiderat logarithmos complementi latitudinis, ut illorum ope facilè medius geometricè proportionalis haberetur. Hanc praxin cum examinaſſem inveni magis deficere à vero, quam quæ medio proportionali arithmetico utitur.

De parallelo inter extremos arithmetico medio proportionali.

Tertia ſpecies paralleli inter extremos medii, erit arithmetica, cujus hæc erit proprietas, ut duo gradus hujus paralleli ſimul ſumpti, æquales ſint duobus gradibus primi, & ultimi paralleli. Modus autem inveniendi hujuſmodi medii paralleli facilis eſt. Adde ſimul ſinus complementorum latitudinis parallelorum. Hæc ſumma diviſa dat ſinum complementi latitudinis paralleli arithmeticè medii. Ut ſi medium arithmeticè inter parallelos vigeſimum & quadrageſimum requiras, adde ſinus complementorum graduum 20 & 40, & ſumma bifariam diviſa dat ſinum complementi paralleli 31. 29.

Sinus complem. graduum 20.	93969.
Sinus complem. gr. 40.	76604.
Summa	170573.
Semiſſis ſummæ	85286.
Sinus complementi gradus	31. 29.

Demonſtratio. Sinus complementorum latitudinis parallelorum ſunt eorum ſemidiametri, ut oſtendi ſupra, quare ſumma extremorum æqualis eſt, medio duplicato, quare ſemidiametri, circumferentiæ & arcus ſimiles horum circulorum, ſunt proportionalia arithmeticè, quare duo gradus paralleli medii æquales ſunt ſummæ duorum graduum in parallelis extremis aſſumptorum.

PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

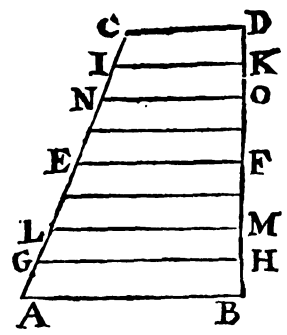
Reductio milliarium in minuta longitudinis per parallelum arithmeticè medium exacta non eſt.

In hac propoſitione dèmonſtrabo praxin illam, quâ milliaria longitudinis in gradus & minuta reducuntur, in parallelo inter extremos arithmeticè medio exactam non eſſe. Non quod illam in praxi rejiciam, præcipuè in minoribus curſibus, hoc eſt dum agitur de aliquibus tantum gradibus; ſed quod nolim ut ſumatur tanquam regula, quâ examinentur cæteræ praxes.

Rationes enim quæ à nonnullis proferuntur ad eam probandam invalidæ ſunt & non geometricæ. Ita enim ratiocinantur. Cum milliaria longitudinis quæ decurrit navis, jaceant inter duos parallelos extremos, verbi gratia, inter vigeſimum & quadrageſimum parallelum, reduci non debent nec per latitudinem 20 graduum, ſic enim pauciores gradus longitudinis exurgerent: nec etiam per latitudinem graduum 40, quæ plures gradus & minuta exhiberet. Quare dirimitur controverſia, ſi per medium proportionalem inſtituatur reductio. Reſpondeo enim ſi ageretur tantum de duobus extremis parallelis, idem efficitur reductione per medium parallelum, ac ſi media pars milliariorum per parallelum minorem, & alia media per majorem reduceretur. Aſſero igitur ex natura rei reductionem eſſe faciendam per omnes parallelos. Ut igitur

Digitized by Google

igitur hæc reductio præcisa foret, requireretur ut paralleli decrescerent arithmeticè, & medius proportionalis esset in medio, ita ut esset medius arithmeticè, non tantum inter extremos, sed etiam inter binos quocumque æqualiter ab eo remotos. Sic enim observaretur regula communis, nempe quod in serie terminorum arithmeticè proportionalium terminus medius toties repetitus quot sunt termini, omnibus æqualis est. Ut E F



novies sumpta, omnibus lineis hujus seriei est æqualis; sed nec paralleli decrescunt arithmeticè, nec medius proportionalis, in medio ita positus est ut tot sint termini ex una parte, quot sunt ex alia.

Ut autem demonstrem hanc reductionem præcisam non esse, ostendo hanc sibi ipsi contrariam esse.

Suppono navim profectam ex vigesimo parallelo per quintum rumbum Nordest quard ad Est, quæ ad sexagesimum parallelum perveniat. Longitudinis variatio inventa per praxes superiores demonstratas erit graduum 82, min. 22 Si reducatur per medium parallelum invenies gradus 83, min. 12. Ut autem ostendam defectum inesse in hac ultima praxi, dico si hæc navigatio dividatur in quatuor partes, magis accedes ad verum, nempe ad 82, 22, quod si praxis exacta foret idem reperirem, sive eam in quatuor partes dividerem, sive unico calculo totam navigationem complecterer.

Mutatio latitudinis decem graduum habet 600 minuta latitudinis, & in quinto rumbo 898 milliaria longitudinis, medius proportionalis inter 20 & 30, est graduum 25, min. 27, inter 30 & 40, est 35. 18, inter 40 & 50, 45, 12, inter 50 & 60, est 55. 9. Reductio per primum dat gradus 16, min. 34. reductio per secundum dat gradus 18, min. 21. per tertium grad. 21, min. 14. per quartum gradus 26, 12. Collectis omnibus fit summa, dabit longitud. gradus 82, & min. 21, ita ut deficiat unum tantum minutum.

COROLLARIUM I.

Loquendo absolutè reductio milliariorum longitudinis in gradus & minuta, exacta non est, quandoquidem dum majorem cursum unico calculo reduco, idem non exhibetur, ac dum eum in partes divido.

COROLLARIUM II.

Quò cursus in plures partes dividetur, eò exactior erit calculus.

COROLLARIUM III.

Quoties cursus unum aut alterum gradum non superant, potest assumi tutò medius parallelus, utrinque ab extremis remotus.

COROLLARIUM IV.

Optimus reductionis modus per omnes parallelos instituitur.

PROPOSITIO XXIV.

Problema.

Constructio tabulæ ad milliaria longitudinis revocanda ad gradus, & minuta.

Ut hæc reductio facillima sit, solaque additione perficiatur, Tabulam construendam censui, quæ exhiberet gradus & minuta respondentia cuilibet numero milliariorum.

Ut construatur hæc tabula, adhibenda est ea propositio quæ dicit eandem esse rationem sinus totius ad secantem latitudinis, ac milliariorum quorumcumque ad minuta. Secans autem unius gradus nempe pro primo parallelo est 100015,23, quæ multiplicari debet per unum, ut sciatur quot minuta respondent uni milliari. Hæc autem multiplicatio nihil immutat; in divisione per sinum totum, provenit quotiens $1\frac{15.23}{100000.00}$.

Ut ex hac fractione fiant minuta secunda. Multiplica numeratorem 15. 23. per 60, & productus 91380, dividendus esset per 100000, 00, & cum dividi non possit concludo nulla esse secunda. Hunc numerum 91380, iterum multiplico per 60, fitque numerus 5486800, qui cum dividi non possit per 100000,00, concludo nulla esse tertia. Quare numerum 548680 iterum multiplico per 60, & productum 32920800, divido per 100000,00, habeoque triginta tria minuta quarta. Inveni ergo unum milliare in primo parallelo efficere unum minutum primum, secunda 0, teria 0, quarta 33, & addendo continuò habeo quid efficiant milliaria 2. 3. 4. usque ad decem: invenio decem milliaria efficere in primo parallelo min. 10, sec. 0, tertia 5, quarta 30, & addendo continuò invenio quot minuta efficiant milliaria 20, 30, 40, &c. usque ad 100, invenioque 100 milliaria efficere gr. 1, min. 40, sec. 0, tertia 55, quarta 0. & per additionem continuam invenio quid efficiant 200, 300, 400, & milliaria.

Idem præsto pro secundo, tertio, & quarto, cæterisque parallelis. Habemus & aliam tabulam in qua habemus quot milliaria efficiant unum, duo, tria min. usque ad 10, tum viginti, triginta, usque ad unum gradum, tum unus, duo, tres gradus, & hoc in unoquoque parallelo artificium tabulæ iisdem nititur analogiis, & eodem ferè modo perficitur per continuam additionem.

PROPOSITIO XXV.

Problema.

Milliaria longitudinis in gradus & minuta reducere per tabulam.

Usus tabulæ facilis est. Si numerus milliariorum longitudinis continet centenaria, vide quot gradus & minuta efficiant in parallelo proposito numerus centenariorum, decadum, & unitatum, eaque simul adde. Exempli gratia quæritur quot gradus & min. efficiant 582 milliaria in parallelo trigesimo

Digitized by Google

trigeſimo, quæro in tabula ſub numero 500 è regione numeri 30, ſeu trigeſimi paralleli, invenioq; gradus 9.37.20, & ſub numero 80, invenio gr. 1. 32. 23, & ſub numero 2, invenio min. 2. ſec. 19, additis omnibus fiunt gradus 11, min. 12, ſecunda 2.

Mill.	Gr.	mi.	ſec.
500	9.	37.	20
80	1.	32.	23
2	0.	2.	19.
582	11.	12.	2.

Si ergo proponantur milliaria longitudinis decurſa in aliquo curſu reducenda in gradus, & minuta, dividendus erit curſus in multos partiales; ut ſi navigando per quintum rumbum à gradu vigeſimo ad ſexageſimum, invenio milliaria longitudinis 3592. Divido hunc curſum in decem, ſuntque in ſingulis quatuor, eamque reductionem facio in parallelis mediis, non arithmeticè, nec geometricè, ſed in ſitu, hoc eſt in 22. 26. 30. 34. 38. 42. 46. 50. 54. 58, ita in ſingulis curſibus eſſent 359 milliaria.

Exactiſſima tamen reductio procedit per omnes parallelos intermedios; ut ſi navigatum eſſet ex quadrageſimo quinto ad quinquageſimum, eſſentque milliaria 200, poſſent curſus dividi per 5 partes, & fieri reductio per parallelos 45. 46. 47. 48. 49, relicto termino magis boreali addendo quidquid in lineis horum parallelorum invenitur ſub titulo 40.

Milliaria 40. Paralleli.	Gr.	mi.	ſec.
45	0.	56.	33.
46	0.	57.	34.
47	0.	58.	39.
48	0.	59.	47.
49	1.	0.	57.
Summa	4.	63.	30.

PROPOSITIO XXVI.

Problema.

Reductio graduum, & minutorum longitudinis in milliaria.

Hæc propoſitio converſa eſt ſuperioris. Volo ergo utriuſque termini longitudinem eſſe cognitam. Si duo termini ſunt orientaliores aut occidentaliores primo meridiano, major latitudo ex minore ſubtrahatur relinquetur longitudinis differentia. Si unus orientalis ſit, alter occidentalis addenda eſt orientali longitudini, id quod deeſt occidentali, ut gradus 360 attingat. Verbi gratia, ſi unus terminus habet 20 gradus latitudinis & alter 330, reliquum ad 360 eſt 30, adde ergo 30, & 20 fientque 50.

Cognita differentia longitudinum, ſi uterque terminus eſſet ſub æquatore, idem eſſet numerus minutorum, & milliariorum.

Si uterque terminus ſub eodem parallelo, inſtituenda eſt reductio in eodem parallelo, conſulendaque linea illius paralleli.

Si curſus quatuor aut quinque parallelos attingit, dividendus erit in plures curſus partiales. Exempli gratia fuit navigatum à vigeſimo parallelo ad ſexageſimum, habeamque differentiam longitudinis graduum 82, min. 22, eam poſſum dividere in decem partes. Prima pars erit à gradu 20 ad 24, eritque 22 medius proportionalis, idem præſto in reliquis, habeoque medios parallelos 22. 26. 30. 34. 38. 42. 46. 50. 54. 58, in quibus inſtituenda eſt reductio.

Quia tamen communiter minores ſunt curſus, aſſumatur alia quinque graduum. Nempe proponantur quinque gradus min. 37. ſec. 32. longitudinis reducenda in milliaria, in navigatione quæ facta eſt à quadrageſimo ad 45; hunc curſum divido in quinque, habeoque pro ſingulis unum gradum 7 min. & reſtant duo minuta, & 32 ſecunda.

Parall. unius gradus Mill. cent. paſſus.			Pro 7 min. mil. cent. paſſus	
40	46.	0	5	4
41	45.	3	5	3
42	44.	6	5	2
43	43.	9	5	1
44	44.	2	5	0
summa	223		26	
	26			
	249			

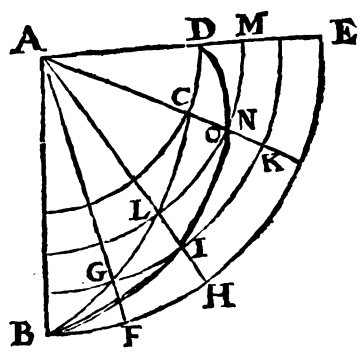
Colligo in unam ſumma quidquid reſpondet uni gradui in ſingulis parallelis percurſis, quidquid item reſpondet 7 minutis, facioque unam ſummam & habeo 249 milliaria. Quia tamen reſtant 2 min. 32 ſecunda, hæc poſſunt reduci per parallelum medium 44, haberemuſque 251 milliaria.

PROPOSITIO XXVII.

Thorema.

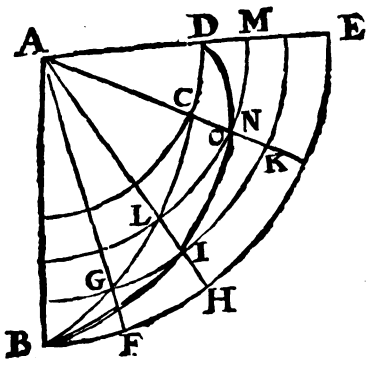
In omnibus loxodromiis, eadem eſt ratio milliariorum longitudinis, ad gradus & minuta ejuſdem longitudinis, ſi modo navigationes inter eoſdem parallelos facta fuerint.

Hæc propoſitio ſuppeditat alium modum reducendorum milliariorum ad gradus & minuta lon-



gitudinis, & viciſſim; quod navigationis calculum æque facilem reddit, ac ſi triangulum rectan-

gulum ſolvendum haberemus. Comparentur ergo duæ loxodromiæ, poſitæ inter æquatorem BE, & parallelum CE.



Dico eandem eſſe rationem milliariorum longitudinis ad gradus & minuta longitudinis, in loxodromia BC, ac in loxodromia BD.

Demonſtratio. Ducantur meridiani, & paralleli ita parum diſtantes ab invicem, ut triangula ſphærica pro rectilineis aſſumi poſſint.

In duobus primis triangulis BGF, BIH, eadem eſt ratio milliariorum BF ad gradus & minuta ipſis reſpondentia, quæ milliariorum BH ad gradus & minuta ipſis pariter reſpondentia, cum ſumantur in eodem parallelo. Idem dico in triangulis GLI, IOK, comparantur enim arcus GI, IK ejuſdem paralleli, quare percurrendo cætera triangula idem in omnibus oſtendam.

COROLLARIUM.

Proponendo tabulam milliariorum Eſt & Oüeſt, & graduum longitudinis ipſis reſpondentium pro una loxodromia, facile eſt per regulam trium omnem reductionem inſtituere, propterea-que appoſui tabulam quarti rumbi. Prima columna continet parallelos, ſecunda continet milliaria longitudinis, initio facto ab æquatore, & tertia mutationem longitudinis in gradibus & minutis.

PROPOSITIO XXVIII.

Problema.

Alia reductio milliariorum in gradus longitudinis, & viciſſim.

Incipiat navigatio ab æquatore, & ubi navis pervenerit ad decimum parallelum, inveniantur 400 milliaria longitudinis Eſt & Oüeſt, quæruntur gradus & minuta ipſis reſpondentia. Quæro in tabula quartæ loxodromiæ milliaria reſpondentia decimo parallelo, invenioque 600, & è regione decem gradus & tria minuta. Inſtituo regulam trium; ſi 600 milliaria dant 10 gradus & tria minuta, quot efficient 400, invenioque 6 gradus 42 minuta.

E contra ſi dati eſſent longitudinis gradus 6. 42, ita inſtituenda eſſet regula trium. Si gradus 10. & 3 min. dant milliaria 600, quot dabunt gradus 6, min. 42. invenioque 400.

Secundò fuerit navigatum à ſexto parallelo, ad 16. cum 400. milliaribus Eſt & Oüeſt. Subtrahe numeros ſexti paralleli ex numeris decimi ſexti; hoc eſt 360 ex 960 reſtant 600. Pariter 6. gradus, ex 16. 12, reſtant 10 gradus & min. 12. Fiat regula trium. Si 600 dant gradus 10, & min. 12, quot dabunt milliaria 400, invenioque 6 gradus, & min. 48.

Vel invertenda eſſet regula trium, ſi quærerentur milliaria.

PROPOSITIO XXIX.

Problema.

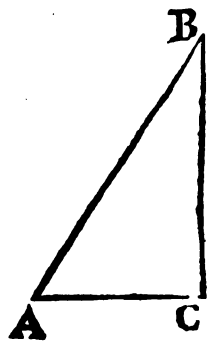
Solutio omnium Problematum nauticorum.

Hîc quaſi in epitomen redigo ea quæ variis propoſitionibus continentur, ad nauticum calculum ſpectantia. Apponam quatuor terminos ſingularum analogiarum. Cum indicabo geometricam regulam, ſecundus per tertium multiplicandus erit, & productus per primum dividendus erit, ut habeatur quartus. Dum notabo Arithmetice, addendi erunt ſecundus & tertius, & ex ſumma erit ſubtrahendus primus ut habeatur quartus.

PROBLEMA I.

Data differentia latitudinum & longitudinum invenire rumbum, & diſtantiam.

Reducito gradus & minuta longitudinis in milliaria. Tum ut habeatur rumbus.



Geometricè.

1. Fiat ut differentia latitudinum in minutis BC
2. ad milliaria longitudinis AC,
3. ita ſinus totus
4. ad tangentem anguli loxodromici ABC.

Arithmeticè.

1. Ut logarithmus differentiæ latit. BC
2. ad logarith. milliariorum Eſt & Oüeſt AC,
3. ita logar. ſinus totius
4. ad logarithmum tangentis anguli ABC.

Pro quantitate itineris.

Geometricè.

1. Ut ſinus totus
2. ad ſecantem anguli ABC,
3. ita BC differentia latitudinis in minutis
4. ad AB quantitatem itineris.

Arithmeticè.

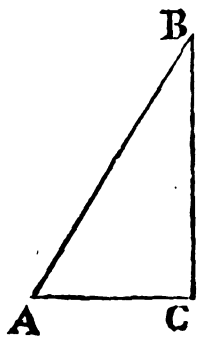
1. Ut log. ſinus complementi anguli ABC
2. ad logarith. ſinus totius,
3. ita logarithm. differentiæ latit. BC
4. ad logarithmum itineris AB.

PROBLE

Digitized by Google

PROBLEMA II.

Data quantitate itineris & rumbo, invenire terminum ad quem, seu differentiam longitudinis & latit.



Geometricè.

1. Ut sinus totus
2. ad sinum complementi ABC,
3. ita quantitas itineris AB
4. ad differentiam latit. in milliaribus aut min.

Arithmeticè.

1. Logarith. sinus totius
2. Logarith. sinus complem. AB
3. Logarith. itineris AB
4. Logarith. differentiæ latitudinis in milliaribus, & minutis, divisa per 60 dat gradus.

Pro longitudine.

Geometricè.	*Arithmeticè.*
1. Ut sinus totus	1. Log. sinus to.
2. ad tãgentem anguli ABC,	2. Log. tang.
3. ita BC differentia latitudinis in milliaribus	3. Logarith.
4. ad AC milliaria Est & Oüest.	4. Logar.

Quæ reducta dant differentiam longitudinis. Data autem utraque differentia, facilè invenitur locus.

PROBLEMA III.

Data quantitate itineris, & latitudine utriusque termini, invenire rumbum & differentiam longitudinis.

Vide figuram præcedentem.

Geometricè.	*Arith.*
1. Ut quantitas itineris	1. Log.
2. ad differentiam latitudinis,	2. Log.
3. ita sinus totus	3. Log.
4. ad sinũ cõplementi anguli loxod.	4. Log.

Pro longitudine.

Geometricè.	*Arithmeticè.*
1. Ut sinus totus	1. Ut Log. sin.
2. ad tangentem anguli loxodr. ABC,	2. ad Log. tang.
3. ita BC differentia latit. in milliarib.	3. ita Log.
4. ad AC milliaria Est & Oüest.	4. ad Log.

Hæc milliaria reducta dant differentiam longitudinis.

PROBLEMA IV.

Dato rumbo & latitudine utriusque termini invenire quantitatem itineris, & differentiam longitudinis.

Geometricè.	*Arithmeticè.*
1. Ut sinus totus	1. Logarithmus complementi anguli ABC
2. ad secantem anguli ABC,	2. ad sinum totum,
3. ita BC differentia latitudinum	3. ita log. BC
4. ad AB quantitatem itineris.	4. ad log. AB.

Pro longitudine ut in præcedenti.

PROBLEMA V.

Data differentia longitudinis, distantia & latitudine unius termini, invenire differentiam latitudinis & rumbum.

Vide figuram præcedentem.

Primò reducenda est longitudinis differentia in milliaria Est, & Oüest, cavendo an data distantia, sit hæc quæ in prædicto parallelo respondet huic longitudinis differentiæ, si enim hoc ita se haberet navigatum esset per Est aut Oüest.

Geom.	*Arith.*
1. Ut Iter AB	1. Logar.
2. ad millia Est & Oüest AC,	2. Log.
3. ita sinus totus	3. Log.
4. ad sinum anguli loxodromici ABC.	4. Logar.

Pro differentia latitu.

Geom.	*Arith.*
1. Ut sinus totus	1. Log. sinus totius.
2. ad tangentẽ complem. anguli ABC,	2. Log. tangentis.
3. ita milliaria Est Oüest AC	3. Log. mill. Est Oüest.
4. ad AB differentiam latitudinis in milliaribus.	4. Log. differentiæ latit.

PROBLEMA VI.

Dato rumbo differentia longitudinis, & latitudine unius termini, invenire differentiam latitudinis, & quantitatem itineris.

Differentia longitudinis ad milliaria primò reducenda est Geometricè.

1. Ut sinus totus	1. Log.
2. ad sinum complem. anguli loxodr.	2. Log.
3. ita milliaria Est & Oüest AC	3. Log.
4. ad BC differentiam latitudinis.	4. Log.

Pro distantia.

Geome.	*Arith.*
1. Ut sinus totus	1. Ut logarithm. sinus complementi ABC.
2. ad secantem anguli loxodr.	2. ad Logarithmum sinus totius.
3. ita differentia latitudinis BC	3. ita Logar. BC.
4. ad AB distantiam.	4. ad Log. AB.

PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO XXX.

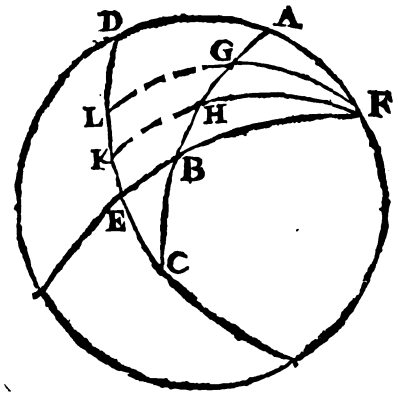
Problema.

Praxis Navigationis circularis.

Demonſtravi ſupra laxodromias non eſſe maximos circulos, ex quibus concludo eas non eſſe breviſſimam viam, qua ab uno ſuperficiei telluris puncto ad aliud proceditur. Ideoque ſi viam breviſſimam inire volumus, inclinationis angulus mutandus erit, ſeu non utendum erit eodem pixidis nauticæ rombo. Quod problema unica propoſitione comprehendo.

Cognita longitudine, & latitudine utriuſque termini invenire angulum quem cum ſingulis meridianis via comprehendit.

Proficiſcatur navis ex puncto A, ſitque punctus B locus ad quem tendit, intelligatur circulus



ABC, quem circulum poſitionis deinceps nominabimus: ſupponimus autem latitudines DA, EB cognitas eſſe, & conſequenter earum complementa AF, BF, una cum differentia longitudinum, nempe arcum DE, ſeu angulum AFB. Quare in triangulo AFB, cum dentur latera A F, BF cum angulo A F B, non latebit angulus F A G & baſis AB, quæ diviſa intelligetur in quotcumque partes æquales AG, G H, H B, etiam cognitas tam in gradibus & minutis, quam in milliaribus: intelliguntur circuli meridiani FGL, FHK. In triangulo igitur FAG dantur latera AF, AG, & angulus FAG, quare dabitur angulus AGF, nempe angulus rumbi, quo utendum erit in puncto G. Dabitur & latus GF, complementum latitudinis LG. Eodem modo inveniuntur angulus F H G, atque ita inveniemus omnes angulos quos comprehendet hic circulus, cum ſingulis meridianis, & latitudines ſingulas iis reſpondentes, ita ut ſi baſis AB in plures partes dividatur, non aberremus ſenſibiliter à circulo maximo.

Poſſumus eodem modo ſolvere omnia problemata per trigonometriam immo & tabulas aliquas, ad id præſtandum accommodatas conficere.

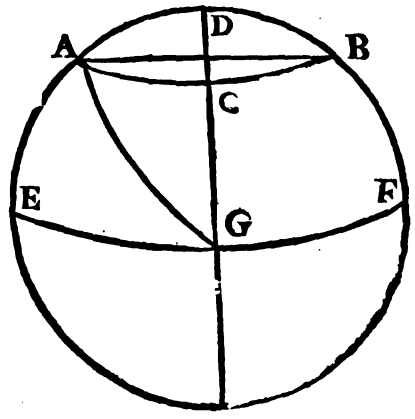
PROPOSITIO XXXI.

Theorema.

Comparatio loxodromicæ navigationis cum circulari.

Quæritur an præſtet navigare loxodromicè, an vero circulariter. Certum eſt autem in primo, & ſecundo rombo laxodromicam navigationem ita parum recedere, ut ſupervacanea videatur quæcumque major præciſio. Certum eſt item inventa vera laxodromia, ſi ei ſemper inſiſtamus, ſeu ſi eundem pixidis nauticæ rombum uſurpemus à præfixo termino non aberrabimus. In circulari verò ſi rombum citius, aut tardius quam par ſit mutemus, terminum præſtitutum non attingemus, propterea laxodromiea navigatio tutior eſt. Mihi tamen examinandum reſtat, an circularis multò compendioſior ſit laxodromica & hoc in exemplis veris, & poſſibilibus.

Primò circulus ACB ſit parallelus graduum 60, ſitque propoſitum navigare ex A in B. Si proce-



datur per meridianum ADB, erit arcus ADB graduum 60, ſeu 3600 milliariorum. Semicirculus autem ACB æqualis eſt quadranti æquatoris, ſeu gradibus 90, hoc eſt milliaribus 5400, atque adeo circularis navigatio brevior eſt triente. Sed hoc exemplum fictitium eſt, cum hactenus ſub polis navigatum non fuerit. Solvat navis ex puncto A, ut eat in punctum G polum meridiani DAE. Si circulariter naviget, quadrantem AG decurret, ſeu 5400 milliaria. Si loxodromicè; cum differentia longitudinis ſit 90 graduum & 60 latitudinis, invenies inter quartum & quintum rombum 5620 milliaria, quare circularis compendioſior eſt 220 milliaribus. Quod quidem eſſet alicujus momenti, ſi hoc exemplum verum, & reale exiſteret.

Solvat navis ex Prmontorio Hiberniæ cujus longitudo 9 graduum, latitudo borealis 55, ut eat ad fretum Magellanicum, cujus meridianus primo eſt occidentalior gradibus 43, cum latitudioe Auſtrali graduum 52. Eritque diſtantia loxodromica 1737 leucarum Germanicarum, & circulariter 1727. differentia erit tantum 10 Leucarum Germanicarum, in ſecundo rumbo. Ex quibus concludo in primo & ſecundo rumbo differentiam eſſe modicam.

Pariter ſi quis circulariter ex eodem Hiberniæ Promontorio inſulam Cubam petat, conficiet 926 leucas. Loxodromicè verò in quinto rumbo conficiet leucas 954, differentia erit leucarum Germanicarum 28.

Inſtituatur navigatio ab inſula terræ novæ quæ Canadæ adjacet, in latitudine boreali grad. 50, cum diſtantia à primo meridiano graduum 30, ut eatur ad promontorium Bonæ ſpei, in latit. Auſtrali graduum 35, & in longitudine graduum 50, differentia longitudinum eſt graduum 80. Navigatio loxodromica perficit leucas 1668, & circularis 1650, differentia eſt 18 leucarum Germanicarum, quæ in tanto itinere eſt nihili.

Duæ naves proficiſcantur ex freto Magellanico

in

Digitized by Google

in latitudine Australi graduum 53, & in longitudine grad. 310. ut eatur ad Insulam Japon in gradu 35 latitudinis borealis, & in gradu 175 longitudinis, invenies loxodromicè 2231 leucas germanicas, circulariter 2156. Differentia 75 leucarum Germanicarum, quæ non est maximi momenti in tanto itinere.

COROLLARIUM.

Concludo ex his in omnibus navigationibus, potius loxodromicè quã circulariter esse procedendũ.

PROPOSITIO XXXII.

Theorema.

Error ex loxodromia pro circulo positionis assumpta.

Aliam inimus comparationem laxodromiæ cum circulo positionis, supponimusque nauclerum ignarum naturæ loxodromiarum existimare cursum navigii eodem rumbo utentis circularem esse, atque adeo inquirere trigonometricè angulum quem cum meridiano hic circulus positionis comprehendit. Discedat igitur ab insula Terræ novæ cujus latitudo borealis graduum 50, long. 330, & tendat ad promontorium Bonæ spei, invenet angulum illius circuli cum meridiano graduum 59. Loxodromia autem qua re vera utendum esset inclinatur ad meridianum gradibus 38, quare error esset intolerabilis, & si quis eo angulo invariato uteretur non perveniret ad promontorium Bonæ spei, sed tantum ad ea Africæ littora per quæ transit æquator.

DE NAVIGATIONE

LIBER QVINTVS.

De mappis hydrographicis & de directione navigationis geometrica.

ERRORES quibus communiter scatent mappæ hydrographicæ, diligenter explicandam esse earum naturam suadent, ut corrigantur. Adde quod cum multi Naucleri navigationem nesciant, nisi mappis utantur, æquum est, ut earum varias species bene norint ne in errorem inducantur, si fortè accidat eis mappam hydrographicam insuetam exhiberi. Addidi in titulo de directione navigationis geometrica, quam solam naucleroram communium captui accommodatam esse censeo. Neque enim superiores praxes, quæ in arithmeticis, & trigometricis operationibus fundantur, putarem omnibus proponendas. Mallem ego ut regula & circino uterentur naucleri, sic enim errores facilius vitarent, quos in arithmeticis sæpissimè committunt. Saltem exigerem ut etiam dum arithmeticè procedunt, geometriam non omitterent, quæ errores facilè detegeret. Quare hanc veram & propriam navigationem dirigendi methodum existimo.

PROPOSITIO I.

Theorema.

Discrimen mapparum hydrophicarum à geographicis.

A fine præcipuum petitur mapparum hydrographicarum à geographicis discrimen. Nam geographicarum finis est oculis exhibere universam globi terraquei superficiem, ideoque non tantum maria cum insulis, & littoribus, sed ea etiam quæ à mari longius distant geographicis tabulis inscribimus, nulla romborum aut itineris conficiendi habita ratione, sed descriptis solis meridianis ad longitudines & parallelis ad determinandas latitudines descriptis. Inter omnes globi terraquei descriptiones globus videtur primum locum obtinere, cum nihil sit similius globo quam globus. Omnia Astrolabia totidem sunt telluris descriptiones, aut picturæ, oculo in diversis punctis collocato.

Finis mapparum hydrographicarum est eandem terraqueam superficiem oculis exhibere, in ordine ad navigationem instituendam. Ex quo fit ut in iis quæcumque à mari longius distant negligantur solaque littora, portus, tyrres, scopuli, sinus, freta, pulvini exactè delineentur. Adhibentur autem non soli meridiani, & paralleli, sed etiam loxodromiæ, seu lineæ rumborum, illæque perfectiores censeri debent, quibus facilius solvuntur nautica problemata, quotiesque libuerit invenietur locus ad quem pervenit navis, & determinabitur loxodromia navigationi accommodata.

PROPOSITIO II.

Theorema.

De Globo.

Quamvis globus materialis superficiem telluris optimè exhibeat, utpote sphæricam, observata

genuina partium omnium proportione, nihilominus tamen si globus ita magnus fuerit, ut in eo omnia distinctè videantur, magnam aliquam navigii partem occupabit. Si verò fuerit minor, in eo non omnia notari poterunt ad navigationem necessaria.

Pater Ricciolius huic incommodo obviam ire nititur, ope mappatum leviter sphericè inflexarum, quas vellet esse partes globi, cujus diameter esset pedum Romanorum 36, & consequenter cujus unus gradus, tres saltem digitos adæquet.

Hæ tamen mappæ convexæ laxodromicæ navigationi accommodatæ non essent, eò quòd difficillime iis loxodromiæ inscribantur. Quamvis autem in singulis ope tabularum loxodromicarum, rosa rumborum notari posset, difficillime tamen navigatio iis dirigeretur, eò quòd rumbi in lineam rectam non extendantur.

PROPOSITIO II.

Theorema.

De Navigatione circulari per mappas hydrographicas peragenda.

Supponimus mappas quales supra descripsimus in quibus tam circuli meridiani, & paralleli æquatoris per singulos gradus ducantur, volumus in materia perlucida, saltemi n charta oleo inuncta, describi circulum in 32 rumbos divisum, aut etiam in gradus. Invento autem in mappa loco è quo solvit navis, & termino ad quem ducenda est ab uno ad alium linea seu circulus maximus, repræsentans circulum positionis per quem instituenda est navigatio; tum ita imposito centro rosæ chartaceæ ipsi termino à quo, ut linea Nord & Sud cum meridiano congruat, metimur angulum quem hic positionis circulus cum meridiano comprehendit. Hac methodo metieris angulos quos idem circulus positionis cum reliquis meridianis efficit. Hac praxi solvi possent reliqua problemata nautica. Quia tamen hujusmodi mappis destituti sumus, iis explicandis diutius non immorabor.

PROPOSITIO IV.

Theorema.

De mappis hydrographicis planis.

Circuli meridiani in mappis communibus exhibentur per lineas inter se parallelas, ita ut gradus meridianorum æquales sint gradibus æquatoris. Circuli autem paralleli æquatoris, per lineas eidem æquatori parallelas repræsentantur. Quæritur an hæ mappæ præcisæ sint, an vero erroneæ.

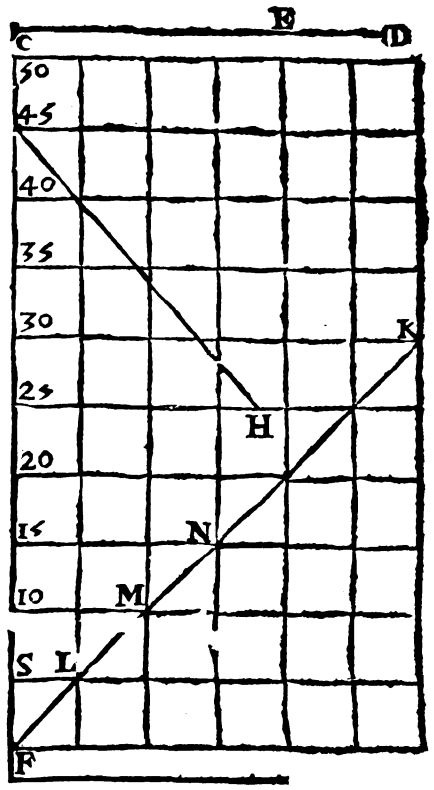
Assero igitur mappas ita descriptas, fallaces esse. Primò quia meridiani supra superficiem telluris descripti, non sunt paralleli cum in polo conveniant. Quamvis autem error sit modicus in mappa quæ parvam superficiei telluris portionem simul exhibet, augetur tamen in majori intervallo.

Secundò paralleliſimus meridianorum omne circulos latitudinis æquatori æquales efficit, & consequenter longitudinem regionum ab æquatore remotarum majorem exhibet, quod in errorem nauclerum inducere posset, qui tot milliaria in singulis paralleli gradibus numeraret, & in littora impingeret, se maximo intervallo à terra abesse crederet.

Huic incommodo obviam ire voluerunt nonnulli per mutationem mensuræ, ita ut majori mensura uterentur in metiendo parallelo, quam in metiendo meridiano, aut æquatore. Assero tamen correctionem invalidam esse, quamvis enim mensura major, pauciora in parallelo milliaria exhibeat, alia utendum esset ad metiendum meridianum, & variæ usurpandæ prout rombus ad meridianum, aut ad parallelum magis accederet.

Tertiò, in hujusmodi mappis loxodromiæ per lineas rectas exhiberi non possunt.

Demonstratio. Navis feratur ex puncto F æquinoctialis in K, per lineam FK, quæ cum meridia-



no FS comprehendat angulum LFK, & cum aliis omnibus angulos illi æquales, quia tamen vidimus supra segmentis æqualibus loxodromiæ non respondere mutationem longitudinis æqualem in gradibus & minutis, cum tamen in hac mappa segmentis loxodromiæ æqualibus FL, LM, MN respondeant æquales mutationes longitudinis: ergo loxodromia ducta in hujusmodi mappa per lineam rectam à vero abludit.

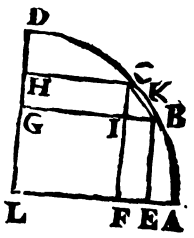
Posset quidem fieri mappa exiguum telluris, aut maris tractum continens, verbi gratia mappa Mediterranei maris, quæ excepto Adriatico sinu à trigesimo primo gradu ultra 42 non excurrit, in qua rumbi per lineas rectas exhiberentur, sed tunc gradus meridiani, majores esse deberent gradibus parallelorum. Ut autem utrorumque magnitudo determinaretur, deberet assumi utcumque linea AL pro gradu meridiani & describi quadrãs A,B,C,D. Quia autem ut dixi Mare mediterraneum excurrit à 31 ad 42 trigesimus septimus parallelus, erit inter extremos medius, quare assumpto arcu AB graduum 37, ductaque linea BG parallela AL, si AL assumatur pro gradu meridiani, BG erit gradus paralleli.

Demonstratio. Gradus meridiani æquales sunt gradibus æquatoris, sed gradus æquatoris ad gradum paralleli 37 eandem rationem habent ac si-

nus

Digitized by Google

nus totus AL ad BG sinum complementi latitu-



dinis, ergo gradus meridiani, ad gradum paralleli 37 eandem rationem habent ac AL ad BG.

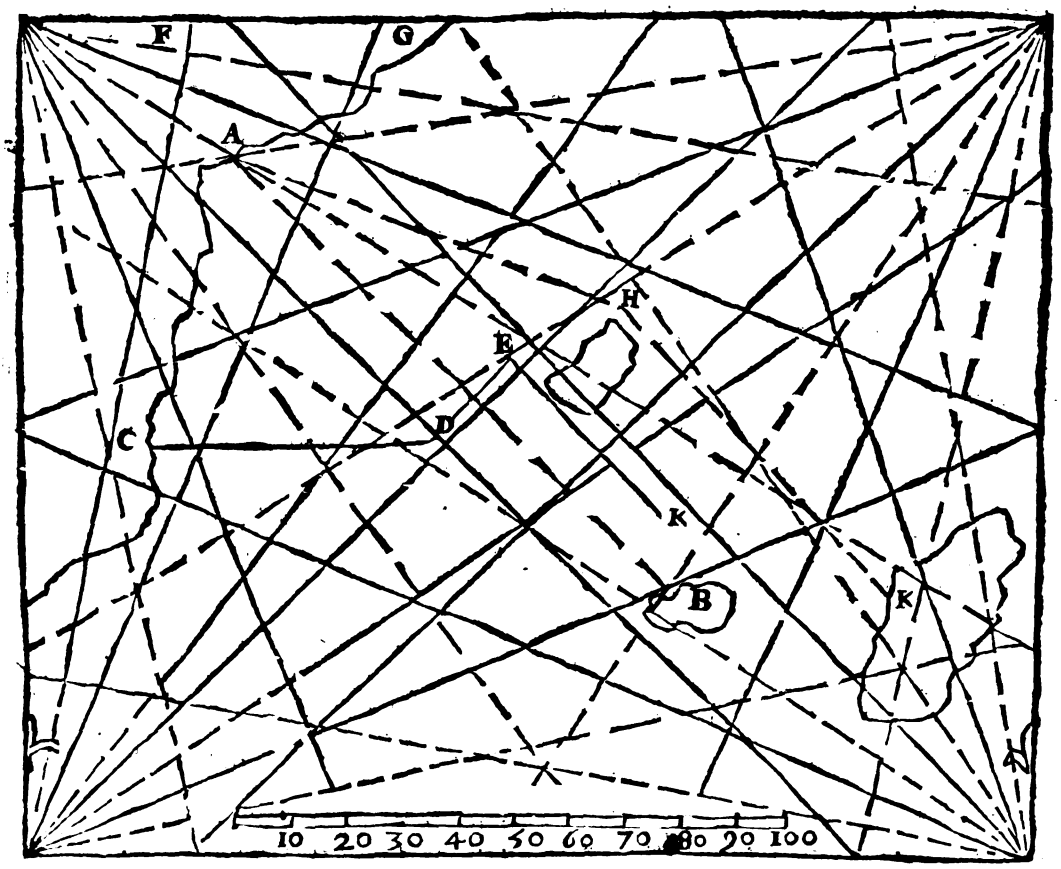
COROLLARIUM.

Ex his concludo mappas non reductas, seu in quibus gradus meridianorum æquales sunt gradibus parallelorum fallaces esse, nec posse esse utiles ad directionem navigationis, sed tantum ad indicandam longitudinem, & latitudinem regionum.

PROPOSITIO V.

Problema.

De mappis per rombos, & distantias compositis.



Usitatissimæ sunt apud Gallos hæ mappæ per rombos & distantias compositæ (*par routes, & distances,*) præcipueque in Mediterraneo mari usurpantur, nullis aliis instruuntur lineis nisi romborum, unicaque milliariorum scala.

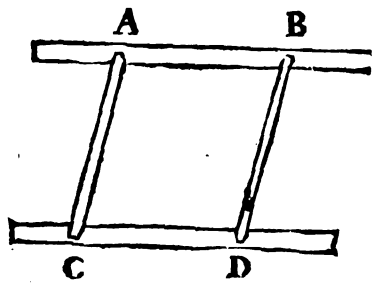
Usus earum facilis est in solutione duorum problematum nauticorum positus. Primus exhibet rombum usurpandum, & distantiam, seu quantitatem itineris conficiendi. Sit verbi gratia procedendum ex A in B ducatur mente linea AB, & notetur; cui rumbo sit parallela, quod experiri possumus extendendo circinum à puncto A ad lineam rumbi æstimati. Si enim uno pede decurrente lineam AB, alius decurrit lineam rumbi verbi gratia, *Sudest quard du Sud*, eo utendum erit. Sumatur item circino intervallum AB, & in scalam milliariorum transferatur habebisque milliaria conficienda.

Secundus usus erit ut punctum mappæ inuratur, seu ut ex itinere confecto, & rombo, inveniatur locus ad quem pervenit navis. Verbi gratia solverit navis ex puncto A, perfecerit 74 milliaria per Est Sudest, assumantur 74 milliaria intra pedes circini unius, alterius circini cuspides extendantur ex puncto A ad lineam Est Sudest perpendiculariter, quam decurrat, altera cuspis lineam per punctum A illi parallelam decurret, in qua si abscindas altero circino segmentum AE milliariorum 74, erit punctum E, locus navigii.

Hæ mappæ sunt valdè imperfectæ, eò quòd cum careant circulis latitudinis, omnis per observationem latitudinis correctionis facultas adimitur, propterea quamvis navigarim in Mediterraneo mari, nunquam vidi à Massilienſibus observari de cœlo.

In hujusmodi mappis quamplurimæ inscribuntur rosæ rumborum, & quò plures, eò commodiores censentur, quamvis tot lineæ confusionem pariant, naucleroſque in errorem inducant, quibus proclive est, unam lineam pro alia assumere. Ego quidem pauciores rosas inscriberem, uterer tamen

parallelogrammo delineatorio AB, CD ad ducendas lineas parallelas. Si enim regula AB in-



sistit terminis à quo & ad quem, moveaturque linea CD, donec incidat in aliquam lineam rombi, facilè indicabit rombum sibi parallelum.

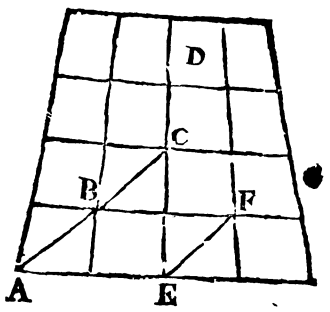
Possumus item adhibere rosam rumborum, aut quartam eius partem inscriptam alicui materiæ perlucidæ, nempe aut folio selinitidis, aut laminæ corneæ, aut vitro, cujus centrum applicaretur termino à quo, & linea Nord, & Sud rosæ chartaceæ fieret parallela lineæ Nord & Sud mappæ hydrographicæ.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

De mappis reductis in genere.

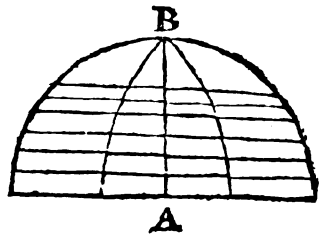
Jam supra ostendi mappas in quibus meridiani per lineas parallelas descripti gradus haberēt gradibus parallelorum æquatori æquales, fallaces esse, eò quòd re vera in superficie telluris gradus meridianorum essent gradibus parallelorum majores, atque adeo non esset imago similis prototypo, nec propterea posset institui comparatio inter hujusmodi gradus.



Pluribus modis instituta est correctio, nonnulli enim meridianos ad invicem nonnihil inclinatos descripserunt; hæc tamen correctio præcisa non est, nec ad navigationem accommodata, quia impossibile est ita in plano meridianos inclinari, ut paralleli æqualiter inter se distent, & decrescant in eadem ratione qua decrescunt in superficie globi. Primi enim paralleli æquatori sunt ferè æquales, alii verò paulò remotiores sensibiliter minuuntur.

Secundò paralleli cum meredianis angulos rectos non comprehendunt, nec lineæ rumborum cum iisdem meridianis angulos æquales efficiunt ut linea ABC. quare exactè illas ducere non possumus. Hæ tamen lineæ rumborum maximi sunt in hac materia momenti.

Aliæ possunt reductiones institui, ut si paralleli per lineas rectas, meridiani per Ellypses describerentur; sed in idem incommodum inci-



dimus, nempè quod lineæ rumborum per lineas rectas non describerentur, quòd ut primum principium navigationis statuere debemus, propter facilitatem. Quare necessariò meridiani paralleli esse debent.

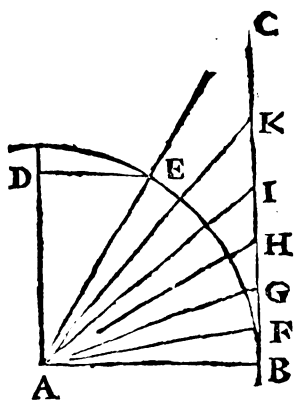
PROPOSITIO VII.

Problema.

Vera reductio mappæ hydrographicæ per latitudines crescentes.

Meridiani in mappa reducta sunt inter se paralleli, ut nempe lineæ rumborum cum singulis æquales efficiant angulos (*per* 28.1. *Eucl.*) quòd congruit earum definitioni.

Secundò necessarium est ut gradus meridianorum cum gradibus parallelorum sibi vicinorum eandem rationem habeant in mappa, quam habent in superficie globi. Quia autem meridianorum parallelissimus gradus parallelorum, gradibus æquatoris, æquales efficit, augendi sunt singuli gradus meridianorum supra gradus pararalleli sibi vicini secundum eam rationem, quam revera in superficie globi observant. Vidimus autem supra unum gradum paralleli, eandem habere rationem, ad gradum æquatoris aut meridiani, ac sinus complementi ad sinum totum. Et cum in trigonometria ostenderimus ita esse sinum complementi ad sinum totum, ut sinus totus ad secantem arcus, agendi erunt gradus meridiani, supra gradum paralleli vicini, ita ut sit eadem ratio gradus paralleli ad gradum meridiani vicini, seu magis borealis, quæ sinus totius ad se-



cantem latitudinis illius paralleli. Ut si agatur de arcu BE, cujus sinus complementi est DE, secans ejusdem arcus BE, erit AC Clarum est duo triangula ADE, ABC esse æquiangula, cum lineæ DA, BC, DE, AB sint parallelæ. Erit ergo ut DE ad sinum

Digitized by Google

num totum AE, ita ſinus totus AB ad ſecantem AC.

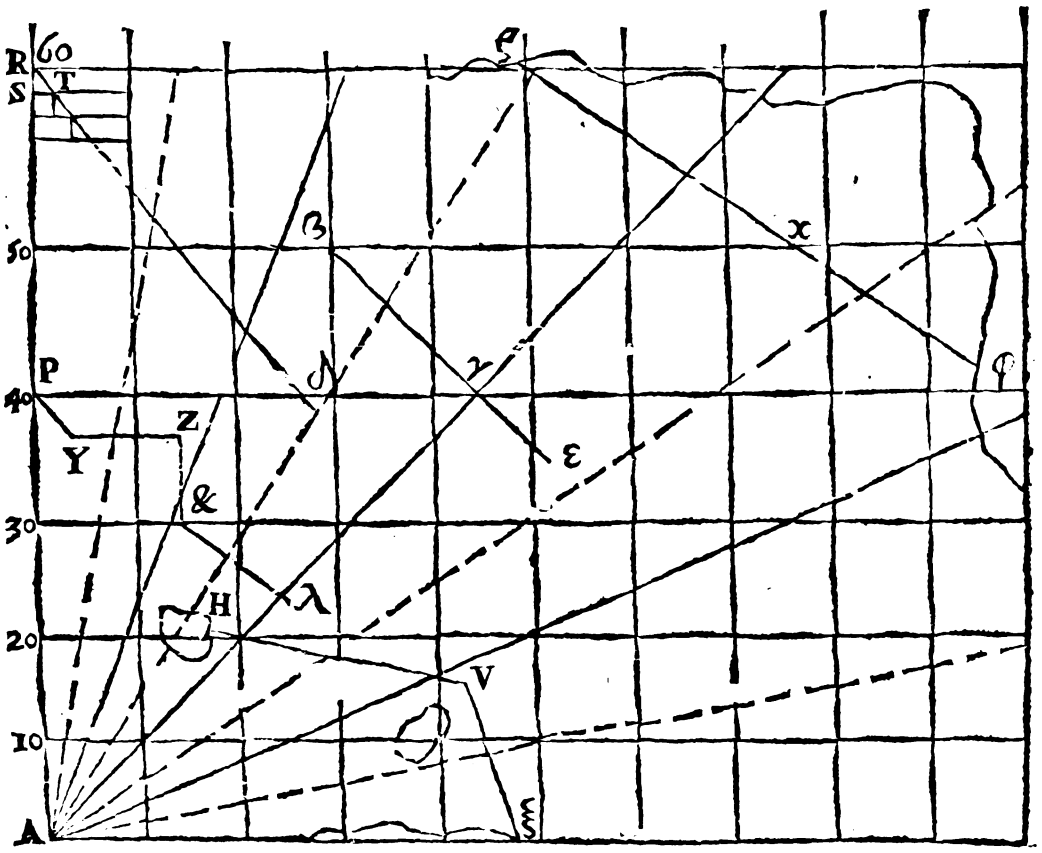
Ut ergo obſervetur eadem proportio, quandoquidem augemus gradus parallelorum, quos æquales gradibus æquatoris efficimus, id exigente meridianorum paralleliſmo, augere etiam debemus meridianorum gradus.

Sit ergo AB gradus æquatoris, deſcripto quadrante circuli dividatur in gradus, ductaque linea BC, parallela AD ducantur ſecantes AF, AG, AH, AI, & aliæ ſaltem uſque ad ſexageſimum gradum.

Tum in mappa hydrographica ductis per ſingulos æquatoris gradus meridianis parallelis inter ſe. Primus gradus meridiani, incipiendo ab æquatore æqualis erit lineæ AB. Secundus erit æqualis ſecanti unius gradus, nempe EF. Tertius ſecanti duorum graduum AG. Quartus ſecanti trium graduum, & ita conſequenter.

Demonſtratio hujus reductionis invenitur in libro præcedenti, in quo oſtendi mappam reductam præciſam eſſe, & in ea rumbos per lineas rectas exhiberi.

Poſſunt in hujuſmodi mappa addi nonnullæ roſæ ventorum, putarem tamen ſatius eſſe uſurpare quartam partem roſæ in aliqua materia ſolida deſcripta, aut ſaltem in charta.



Scala milliariorum eſt ipſe gradus meridiani, qui cujuſcumque ſit magnitudinis ſemper ſexaginta milliaribus, aut 20 leucis æquivalet, quamvis mappæ Geographicæ communes mediterranei maris 75 milliaria Italica ſingulis meridiani gradibus tribuant. Volo igitur ut ſi navigatum ſit inter duos parallelos, verbi gratiâ inter parallelos 30 & 40, utamur gradibus meridianorum inter hos parallelos interceptis ut metiamur diſtantiam. Quare cum majorem menſuram adhibeamus, pro ut magis ab æquatore recedimus, pauciora milliaria in remotioribus parallelis invenimus. Ex quibus concludo quod licet gradus meridianorum, & parallelorum augeamus, re tamen vera, valore iidem qui ſunt, perſeverant.

PROPOSITIO VIII.

Problema.

Datis duobus terminis invenire rumbum, & diſtantiam.

Hic primus uſus mappæ reductæ non differt ab uſu mappæ per rombos ſolos, & diſtantias compoſitæ. Ducta enim per intellectum linea recta à termino A quo, ad terminum Ad quem notatur linea rumbi cui eſt parallela; is enim erit quo in tali navigatione utendum erit. Vel applica centrum quadrantis roſæ romborum, in materia ſolida deſcriptæ, termino A quo, ita ut linea Nord & Sud, ſit parallela alicui meridiano mappæ. Sit navis profecta ex puncto ρ ut eat in pūctum φ, applicato in puncto ρ centro quadrantis roſæ, ita ut linea Nord & Sud cum meridiano ρξ congruat, videbis lineam ρφ congruere cum Sudeſt.

Ut habeatur diſtantia ſeu itineris quantitas, utendum eſt gradibus meridiani interceptis inter 50 & 60 ad metiendum ſegmentum ρκ, & gradibus interceptis inter 50 & 40 ad metiendum ſegmentum κφ. Immo ut exactiſſima ſit operatio in ſingulos parallelos mutanda eſt menſura, mappa enim major eſſe deberet, ita ut ſinguli paralleli ducti eſſent.

Digitized by Google

PROPOSITIO IX.

Problema.

Mappæ punctum inurere, seu invenire locum ad quem pervenit navis.

Supponitur datus rumbus per quem navigatum est, una cum milliaribus decursis. Sit locus è quo profecta est navis, punctum P in quadragesimo gradu latitudinis, fueritque navigatum per Est Sudest, seu per sextum rumbum, sintque decursa. Ut si singulis tribus primis horis confecta sunt decem milliaria, quatuor sequentibus 8, & septem sequentibus 7, colligendo hæc omnia inveniuntur 093. Collocato centro quadrantis rosæ in situ debito ducatur linea Pγ per Est Sudest. Assumatur exinde unus gradus cum dimidio & tribus minutis transferanturque in P γ dico punctum γ esse terminum ad quem pervenit navis. Si consequentibus horis mutatus fuit rombus, pro illo secundo cursu idem omnino præstandum erit.

PROPOSITIO X.

Problema.

Data utriusque termini latitudine, & itinere confecto, invenire rumbum per quem navigatum fuit, & locum ad quem pervenit navis.

Hoc Problemate corrigimus rumbum. Suppono autem observatam esse latitudinum loci ad quem pervenit navis, cognosci item decursum iter, sed dubium esse rumbum. Verbi gratia proficiscatur navis ex puncto β paralleli 50, & post aliquos navigationis dies observata latitudo est tantum gr. 40, ita ut æstimatio itineris, cui in aliquibus casibus potius fidendum est, quam rombo, nulla observatione declinationis correcto octogēta milliaria tribuat. Sumo intra pedes circini octingenta millia, quæ ita assumenda, ut quia sunt 10 gr. dividendo 800 per 10, habeo octoginta pro quotiente, seu unum gradum pro triente, debeo singulos gradus à 50 ad 40 assumere semel, simul cum triente. Additis his omnibus, si intra pedes circini hanc longitudinem assumas, tum uno pede circini posito in β, describes hoc intervallo arcum qui secet parallelum in puncto γ, eritque punctum γ illud ad quod pervenit navis, rumbus autem ille erit, is cui linea βγ fuerit parallela.

PROPOSITIO XI.

Problema.

Data latitudine utriusque termini, & rumbo invenire locum ad quem pervenit navis.

Suppono pariter punctum profectionis esse β in latitudine graduum 50, & post aliquos dies observatam esse latitudinem graduum 40, cum rombo Sudest certo, & correcto. Duco lineam Sudesti βγ, seu parallelum rombo Sudesti in rosa notato, eamque produco donec secet parallelum 40 graduum in puncto γ, quem dico esse terminum ad quem pervenit navis.

Alia problemata quæ supponunt longitudinis differentiam cognitam vix sunt in usu, quia longitudo non est observabilis.

PROPOSITIO XII.

Problema.

De Scala milliariorum universali & constructione mappæ reductæ partialis.

Quia hæc materia maximi momenti mihi videtur, nempe ut naucleri arithmeticis tricis exolvantur, gemetricisque praxibus, seu regula, & circino omnia perficiant, hac propositione doceo quomodo naucleri partem aliquam mappæ reductæ facilè describere possint: vellem enim gradus ita magnos, ut in iis facilè minuta distinguerentur, quod ut præstent facillimè conficienda est figura scalæ milliariorum universalis, hoc modo.

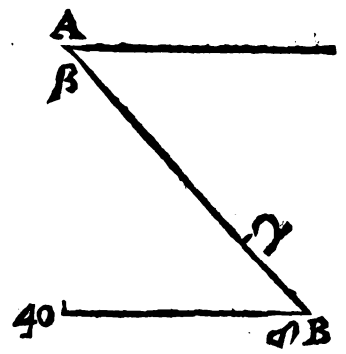
Ducatur quæcumque linea A B, vel quæ sit æqualis 20 partibus quadrati reductionis postea describendi. Hæc linea AB poterit unum gradum æquatoris repræsentare, & cum sit divisa in 20 partes, singulæ tribus minutis aut tribus milliaribus, seu uni leucæ æquivalebunt. Excitentur in punctis BA & B perpendiculares BC, AD.

Ex puncto A ut centro intervallo quocumque describatur arcus E F in suos gradus dividendus, per quos ex puncto A ducantur radii qui tamen ultra lineam BC non producantur. Hi erunt secantes. Posito sinu toto AB, dividatur linea AB in 20 partes, per quas ducantur parallelæ lineæ BC, eruntque singulæ secantes in 20 partes æquales divisæ. Quare si quælibet secans repræsentet unum gradum meridiani habebimus singulos divisos in partes æquales 20, seu in 20 leucas, & si velimus, per subdivisionem singularum in tres, habebimus singula milliaria.

Hac scala universali possumus partem quam voluerimus mappæ reductæ facilè describere, prout exiget problema à nobis solvendum. Quare cum ad primum problema nempe ut data longitudine, & latitudine utriusque termini inveniamus rumbum, & distantiam, ad hujusmodi inquam problema solvendum, opus est ut tam terminus A quo, quam terminus Ad quem in eadem mappa inveniantur, atque adeo gradus illius mappæ non poterunt esse magni. Assumemus igitur pro gradibus æquatoris, & parallelorum lineam A 10, aut A 5: gradus autem meridianorum erunt ipsæ lineæ transversales. Ut si assumpta esset linea A 10 pro gradu æquatoris, gradus meridiani à latitudine graduum 40 ad 41, foret linea AI, à quinquagesimo verò ad 51 esset linea A K. Quod si pro gradibus æquatoris, & parallelorum assumeretur linea A 5 seu A G, gradus latitudinis 40, hoc est à 40, ad 41 esset linea AO, & pro quinquagesimo assumeretur linea AS, & ita de reliquis. Non erit autem opus totam mappam ab æquatore inchoare, sed tantum ab eo parallelo in quo aut terminanda, aut inchoanda erit navigatio. Neque verò opus erit totam mappam describere, sed tantum tot gradus paralleli, quot longitudinum differentia continet. Collocatis deinde in sua latitudine terminis A quo, & Ad quem si ab uno ad alium ducatur linea recta, angulus quem; cum meridiano comprehendet, dabit rumbum, quantitatem verò itineris metieris per partes inter binos quosque parallelos. Ut si proponatur rombus β δ

cognoscen

cognoſcēdaque ſit quantitas itineris illi reſpondēs inter parallelos 40 & 41; poſito quod AG figuræ



ſuperioris ſit gradus paralleli, & conſequenter AO ſit gradus interceptus inter 40 & 41, abſcinde βγ æqualem AO, eritque βγ 60 milliarium, ſeu 20 leucarum. Linea autem γδ cum linea AO comparata dat 20 milliaria, ſeu circiter 7 leucas; erit ergo tota βδ 27 leucarum.

Non erit opus metiri omnia intervalla, ſed tantum unum exactè, nam multiplicando leucas inventas, aut milliaria per numerum graduum, ſeu intervallorum dat quantitatem itineris faciendi.

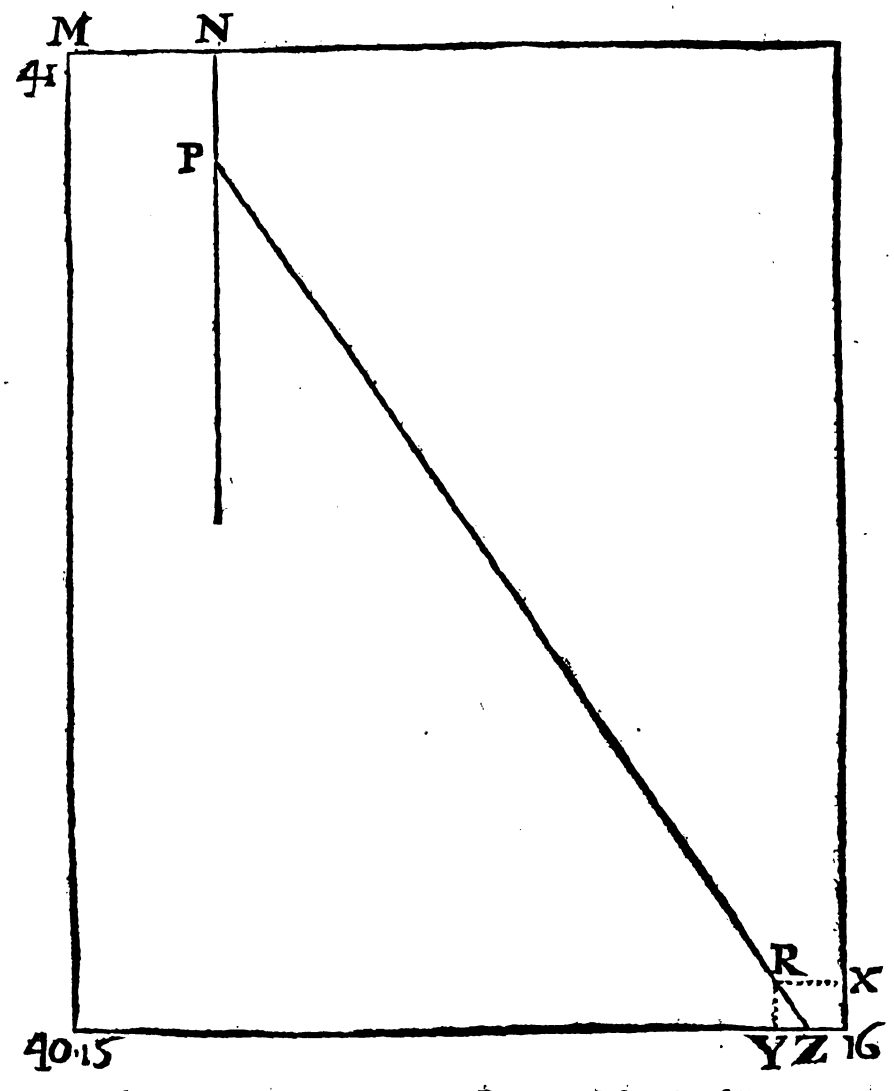
Ad calculum autem quotidianum vellem mappam paulò majorem, & gradus ita magnos ut in iis facilè unum milliare poſſem diſtinguere. Ad hujuſmodi mappam facilè deſcribendam, deſcripta præcipuè eſt ſuperior figura, in qua linea AB ſupponitur eſſe gradus æquatoris, & cujuſlibet paralleli, ſeu intervallum meridianorum inter ſe. Lineæ verò ſecantes, ductæ à puncto A ad lineam BC, ſunt menſura graduum meridianorum, ſeu diſtantia parallelorum inter ſe. Ad faciliorem item deſcriptionem poſſet haberi lamina ærea rectangula, qualem figura DABC exhibet. Sint autem ſecantes tranſlatæ in lineam AD, ut facilius haberetur quantitas cujuſlibet gradus meridiani, qui intelliguntur ſemper inchoari à puncto A. Ut ſi velim gradum 30 graduum latitudinis, nempe à 30 ad 31, intervallo meridianorum poſito AB, linea AT eſſet gradus meridiani trigeſimus.

Si quis vellet adhuc gradus majores, poſſet aſſumere lineam AB duplicatam pro diſtantia meridianorum, & lineam AT etiam duplicatam pro gradu meridiani trigeſimo, atque ita poterimus in uno folio chartæ majoris habere tres aut quatuor gradus in latitudinem, totidemque in longitudinem atque adeo quinque aut 6 folia chartacea impendenda erunt ut noſtram navigationem abſolvamus, & geometricè regula & circino dirigamus.

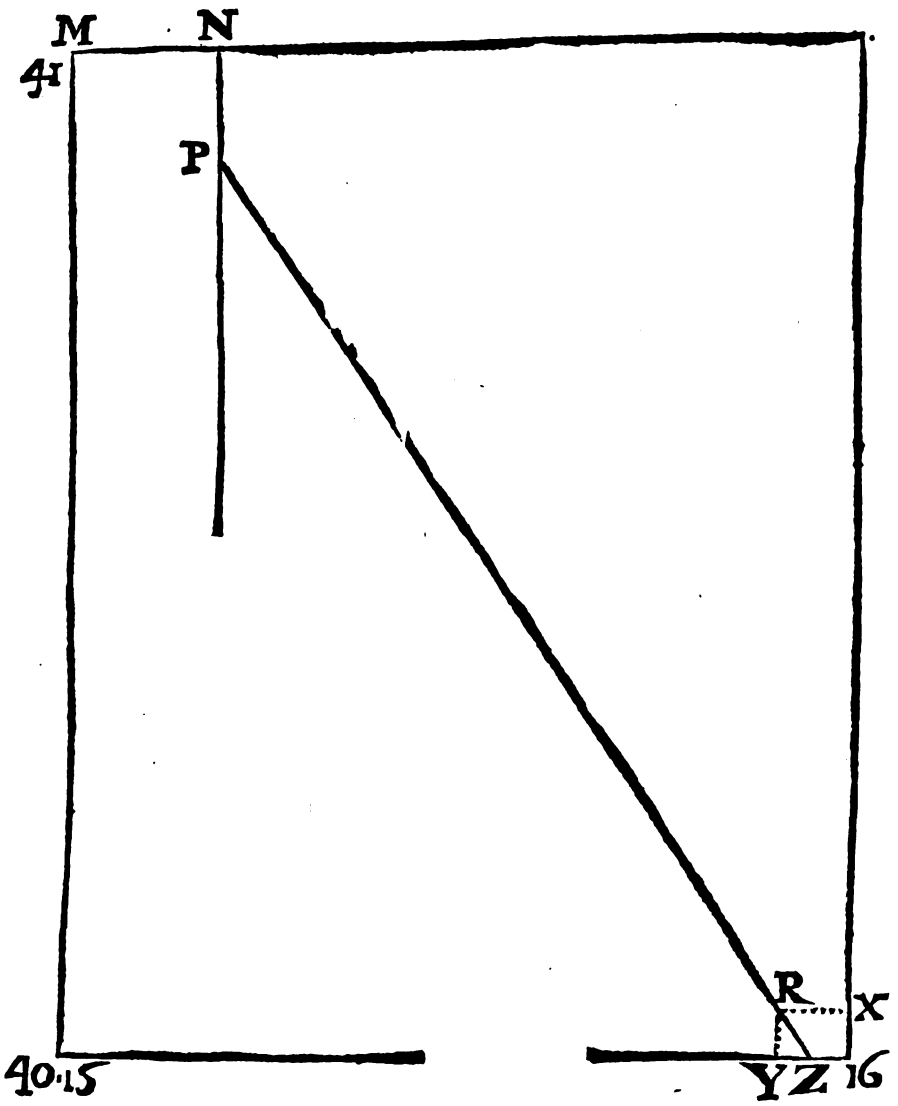
PROPOSITIO XIII.

Problema.

Dato rombo, & itinere confecto invenire locum ad quem pervenit navis.



Solvat navis ex gradu 40 cum minutis 54 latitudinis botealis, longitudinis 16 cum min. 11, aſſumo ex ſcala univerſali, intervallum meridianorum 15 & 16, æquale lineæ AB, diſtantiam parallelorum



parallelorum 40 & 41 æqualem lineæ AV; factoque rectangulo repræsentante gradum unum terræ, sumo 11 minuta in linea AB scalæ universalis, quæ transfero in MN, ducoque meridianum NP. Quia autem dicitur latitudo esse 40. 54, seu deficere 6 minutis, sumo in secante A 40 scalæ, 6 minuta, seu duo intervalla, quæ transfero in NP, eritque punctum P terminus A quo fuerit navigatio per rombum Sudest quard Sud seu per tertium rombum. Applicato centro quadrantis rosæ in puncto P duco lineam rumbi Sudest, quæ cum meridiano angulum comprehendat graduum 33. 45 min. Supponantur facta esse milliaria 65 seu 21 leucæ, sumo in linea A 40 scalæ 63 milliaria, seu intervalla 21, & ea transfero in PR, clarum est punctum R, esse illud ad quem pervenit navis. Ut scias ejus longitudinem linea RX transferenda est in lineam AB scalæ universalis, inveniesque æquivalere quatuor minutis. Erit ergo ejus longitudo 15 graduum 15 min. 56. Pro latitudine transferenda est linea RY in secantem A 40 scalæ universalis, invenioque illam auferre minuta duo cum dimidio. Erit ergo latitudo puncti R grad. 40 min. 2 sec. 30.

Ut igitur artificium breviter complectar milliaria sunt accipienda in secante, sicut & minuta latitudinis. Gradus verò, & minuta longitudinis sunt accipienda in linea AB scalæ universalis.

Si cursus excederet unum gradum, hoc est si verbi gratiâ proponerentur minuta 100, producenda esset linea PR quantùm satis est, & linea P Z transferenda in secantem A 40. Vel tota simul, vel per partes, inveniesque eas continere milliaria 65 cum dimidio, quibus subtractis ex 100 restant 34 $\frac{1}{2}$ quæ pertinebunt ad sequentem gradum, cujus mensura erit secans A 39 scalæ universalis. Hæc praxis exactissima est ita ut in ea distinguere possimus etiam partes milliaris.

Non dissimili ratione solves alia duo problemata, nempe. Si detur latitudo utraque & rombus invenias locum ad quem pervenit. Descriptis enim gradibus duobus aut tribus pro ut exiget latitudo in qua navigatum est. Inventoque termino à quo ut supra docui, producito rombum usque ad latitudinem observatam in termino Ad quem, habebisque terminum Ad quem.

Denique latitudine utriusque termini cognita, & datis milliaribus sumptis intra pedes circini milliaribus decursis, acceptis in una tangente, si tota navigatio intra eundem latitudinis gradum peracta, vel in duabus, aut tribus aut pluribus tangentibus, ex termino A quo tanquam centro, describes arcum qui secet parallelum latitudinis termini Ad quem. Ibique erit statuendus terminus Ad quem pervenit navis.

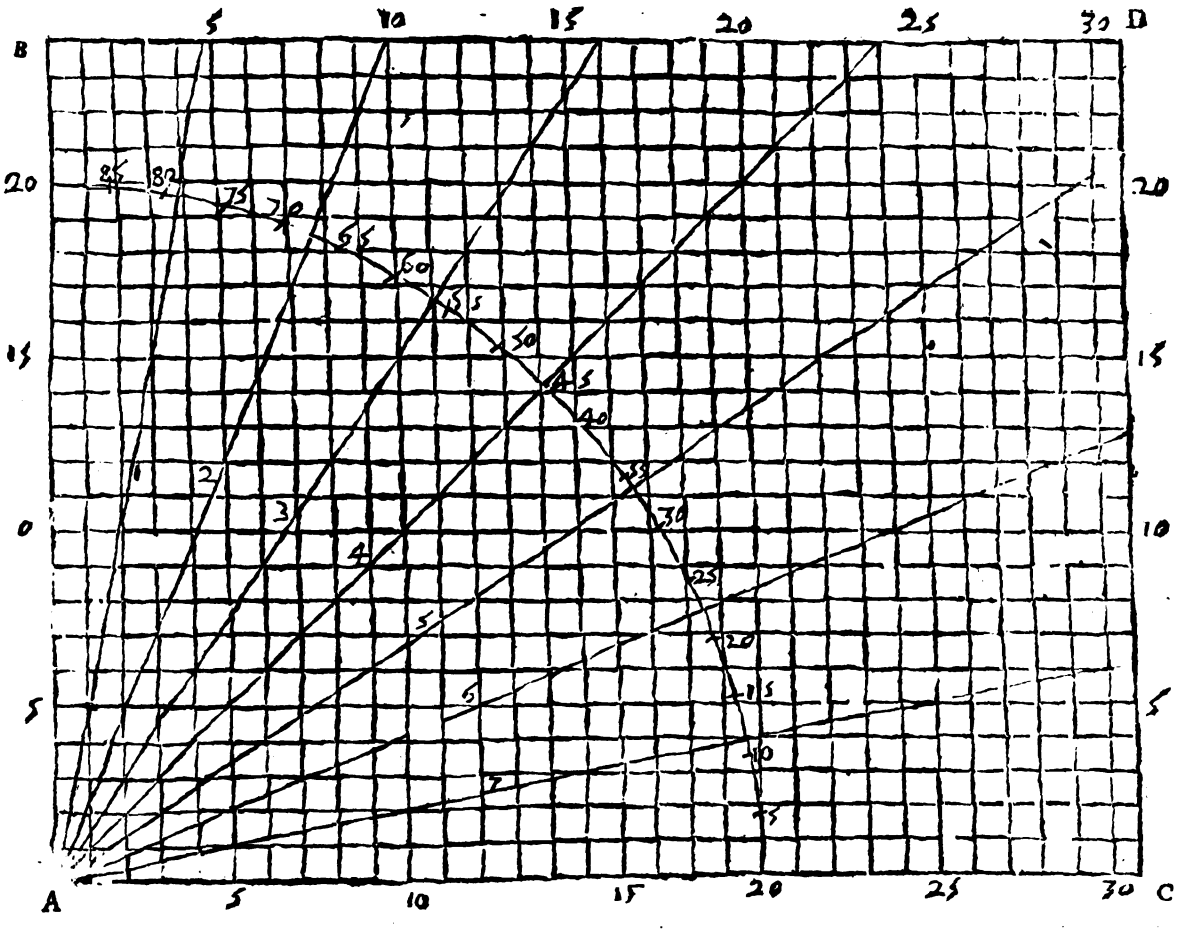
PROPOSITIO XIV.

Problema.

De quadrato Reductionis.

Cum pleræque mappæ reductæ non sint, nec velint naucleri semper eas describere, inventum est

eſt quadratum reductionis, in quo mira facilitate regulas trium perficimus. Quare cum praxes omnes Arithmeticæ ſuperiori libro explicatæ, in regulis trium conſiſtant, facilè hoc quadrato perficientur. Immo & praxes mapparum reductarum in eo facilè uſurpantur.



Deſcribatur quadratum, aut rectangulum, cujus latera dividantur in partes æquales; ducantur per ſingulas lineæ lateribus parallelæ, ita ut totum quadratum in quadratula dividatur. Eritque unum ejus latus AC longitudinibus, aliud AB latitudinibus addictum; characteres poterunt apponi quicunque, ita ut intervalla quæcumque pro gradibus, pro minutis, vel pro 3. 6. 10 minutis pro milliaribus prout res tulerit aſſumi poſſint.

Scala univerſalis ſupra deſcripta huic etiam quadrato accommodetur. Si nempe ſumas 20, verbi gratia, intervalla quadrati pro linea AB ſcalæ univerſalis.

Deſcribe pariter ex puncto A ut centro quadrantem circuli, quem divides in 90 partes æquales, & ne ſit confuſio, poterunt diviſiones quadrantis, in limbo quadrati deſcribi. Ducantur item rumbi ſecundum angulum inclinationis, quem cum meridiano comprehendunt, ita ut primus rumbus cum meridiano A B angulum grad. $11\frac{1}{4}$ comprehendat. Secundus grad. $22\frac{1}{2}$ &c.

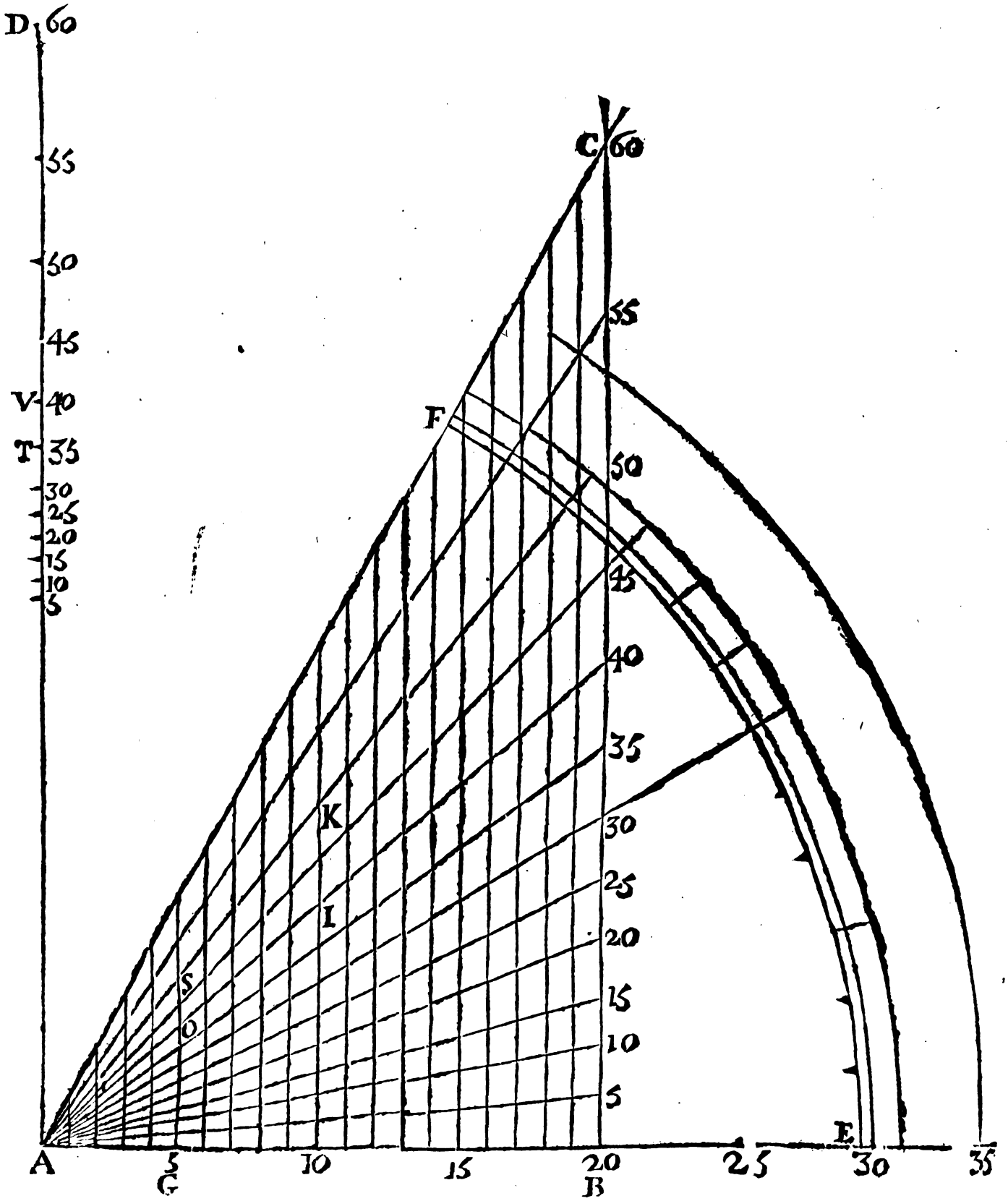
Addatur in centro A regula volubilis, diviſa in partes æquales intervallis quadratis, quare vellem quadratum aſſeri agglutinari, cum regula volubili circa centrum.

Ego addo huic quadrato lineam latitudinum, quæ deſumitur ex mappa reducta, ſuntque ſecantes deſumptæ non ex ſcala illa majori, ſed ex quarta ejus parte, ſuppoſita ſcilicet pro uno gradu æquatoris linea AC. Quia tamen charta non poſſet capere omnes ſecantes additas in unam lineam. Eam divido in plures lineas, prima continet 15 gr. incipiendo à primo. Secunda totidem, incipiendo à quinto, tertia incipiendo à 10, & ita deinceps.

PROPOSITIO XV.

Milliaria longitudinis, in gradus & minuta reducere & viciſſim.

Notandum eſt milliaria longitudinis extra æquatorem ſemper pauciora eſſe minutis longitudinis, quia nempe milliare in parallelo majus eſt minuto, ideoque ſciendum eſt in qua latitudine fuit navigatum. Supponamus ergo navigatum eſſe à trigeſimo gradu ad quadrageſimum, haberique 600 milliaria longitudinis. Numero in quadrati reductionis latere longitudinum incipiendo à puncto A, decem gradus, cum navigatio obtineat 10 gradus. Accipio item circino in lineis latitudinum creſcentium 10 gradus, ſumendo à gradu 30 ad 40, hoc intervallum transfero à puncto A, in idem latus longitudinis, invenioque 12 gr. & tria minuta. Poſſem quidem dicere ſi 10 dant 12 cum tribus minutis, quot dabunt 600 milliaria, ſed hanc regulam facilius perficio in ipſo inſtrumento. Nam à decimo gradu in latere longitudinis, numero ſurſum aſcendendo, nempe in meridiano 600 milliaria, nempe ita ut quodlibet intervallum valeat quotquot voluero, ultimo puncto



numerationis applico regulam. Hæc in undecimo meridiano cum tribus minutis dabit minuta longitudinis nempe 723, seu gradus 12, min. 3.

Scala universalis idem dabit exactius cum percursi sint latitudinis gradus 10. Divide hunc cursum in 10, eruntque milliaria 60 pro singulis gradibus latitudinis. Reducito 60 milliaria ad minuta in gradu trigesimo, nempe accipe intra pedes circini milliaria 60 nempe totã lineam A30, eamque transfer in lineam AB, videbisque iis respondere 69 minuta, in gradu 33 in 35 Eandem reductionem perfice in aliis parallelis 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39, invenieſque circiter 723 minuta, seu gradus 12, min. 3.

Sint è contra reducendi gradus & minuta in milliaria, verbi gratia navigatum sit à 20 gradu ad trigesimum. Assumpto in linea latitudinum crescentiũ intervallo à 20 ad 30, eoque translato in lineam AB instrumenti, video illud obtinere 11 gradus cum tribus minutis. Numero in hoc meridiano minuta longitudinis, regula ultimo puncto numerationis applicata dat in meridiano decimo milliaria longitudinis.

Scala universalis id dabit exactius si cursum dividas in decem partiales, nempe ut reductio fiat per singulos parallelos per quos navigatum est excepto tamẽ borealiori. Sint verbi gratia 11. gr. longitudinis reducendi in navigatione facta à 20 ad 30, divido undecim per 10, & quotiens erit unus gradus cum 6 min. seu 66 min. Accipio in linea infima, seu AB scalæ nniversalis 66 minuta, eaque transfero primo in secantem 20 grad videoque in ea exhiberi milliaria 63. Idem intervallum transfero in singulas secantes, & video quot milliaria longitudinis

longitudinis in ſingulis tribuantur, ſumma omnium ſatisfacit quæſtioni.

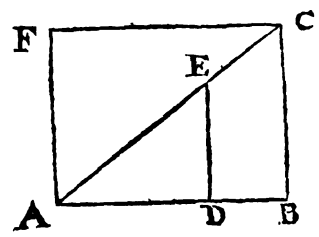
PROPOSITIO XVI.

Theorema.

Demonſtratum quadratum reductionis.

Cum problemata nautica facilè per regulas trium ſolvi poſſint, quadratum reductionis, utpote lineis parallelis conſtans, aptiſſimum erit ad id inſtrumentum.

Demonſtratio *in ſecunda Propoſitione 6. Euclidis* continetur, nempe in triangulo ABC eandem



eſſe rationem AD ad A B, ac AE ad A C, aut DE ad B C. In quadrato autem regula mobilis, quotquot voluerimus triangula, cum lineis quadrati, efficit.

Poſſet item adhiberi circinus proportionis, hoc eſt lineæ partium æqualium.

PROPOSITIO XVII.

Data longitudine, & latitudine terminorum invenire rumbum, & diſtantiam quadrato reductionis.

Navis ſolvat ex parallelo 30, ut eat ad 40, ſitque differentia longitudinis 12 graduum. Reduco hanc differentiam longitudinis in milliaria Eſt & Oüeſt, invenioque 600. Numero in latere longitudinum incipiendo à puncto A ſexcenta milliaria, quolibet intervallo æquivalente decem milliaribus. Differentia latitudinum quæ eſt decem graduum reducta in minuta dat eundem numerum 600, quare numerando in ſexageſimo meridiano, ab imo ſurſum ſexaginta intervalla, ultimo regulam applico, quæ inſiſtet quarto rumbo, invenioque in regula 85 intervalla & paulò amplius, ſeu 852 milliaria.

Alio modo.

Sume circino in linea creſcentium latitudinum intervallū à 20 ad 30, illudque transfer in duodecimum meridianum, applicataque regula ad hunc gradum inſiſtet quarto rumbo. Segmentum regulæ inter hoc punctum, & centrum translatum in lineam latitudinum creſcentium, ita ut excedat hinc inde intervallum 30. 40, dabit milliaria, ſi ſingulos gradus pro milliaribus aſſumas.

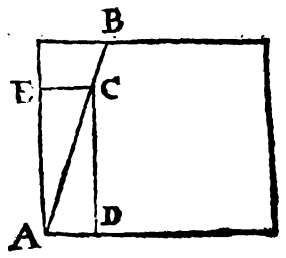
PROPOSITIO XVIII.

Problema.

Data latitudine termini A quo, rumbo, & diſtantia; invenire differentiam tam longitudinis, quam latitudinis.

Navis profecta ex latitudine graduum 40. navi-

iget per Sud, Sudeſt, ſeu per ſecundum rumbum, vercurratque 170 milliaria, quæritur locus ad



quem pervenit. Regula A B imponatur ſecundo rumbo, in eaque incipiendo à centro A, numerentur partes 17 uſque ad C, ita ut quælibet æquivaleat decem milliaribus. Numera partes CD, invenieſque 15 ½ ſeu 155, & dividendo per 60 habebis duos gradus cum 35 minutis, latus A D dabit 7 partes cum dimidia, ſeu 75 milliaria Eſt & Oüeſt, quæ ſi reducas invenies unum gradum cum 38 minutis, quare navis proceſſit ad Auſtrum duobus gradibus cum 35 minutis, & ad ortum uno gradu cum min. 38.

Alio modo.

Cum latitudo ſit à 40 gradu versùs 30, impone regulam AB ſecundo rumbo. Sume milliaria 170, in ſecante graduum 40, & in ſecante graduum 39, & in ſecante graduum 38, eaque transfer ex A in C. Latus E C erit differentia longitudinis, & latus D C, translatum in eaſdem ſecantes, dabit milliaria latitudinis, quæ diviſa per 60 exhibebunt differentiam latitudinis.

PROPOSITIO XIX.

Problema.

Data latitudine utriuſque termini, & rumbo, invenire diſtantiam, & longitudinum differentiam quadrato reductionis.

Hæc propoſitio adhibetur ad corrigendam æſtimationem itineris. Solverit igitur navis ex quinquageſimo parallelo per 3 rumbum verbi gratia *Sudoüeſt quard de Sud*, & poſt aliquos dies obſervetur latitudo ſolum graduum 46, ſitque conſequenter differentia latitudinis graduum 4, ſeu 240 milliariorum.

Imponatur regula AB tertio rumbo, tum numera in latere latitudinum A E, quatuor gradus, ſeu 240 milliaria, aut 24 intervalla, numera intervalla AC, habebiſque iter confectum, invenieſque in latere AD 15 intervalla, ſeu 153 milliaria longitudinis, ſeu 3 gradus min. 48.

Alio modo.

Impoſita regula tertio rumbo, aſſume circino in ſcala univerſali ſecantem 49 graduum, quam transferes in AE, latus AC translatum in eadem ſecantem dabit quartam partem itineris.

Vel transfer ſecantes 46. 47. 48. 49, ex A in E, latus E C dabit differentiam longitudinis, intervallum AC, translatum in eaſdem ſecantes dabit iter confectum.

Digitized by Google

PROPOSITIO XX.

Problema.

Data differentia latitudinum, & distantia, invenire rumbum, & differentiam longitudinum quadrato reductionis.

Hæc propositio adhibetur quando dubius est rumbus, sive propter neglectum declinationis, sive propter aliam rationem. Propono idem exemplum: Navigatio sit à quinquagesimo gradu latitudinis ad 46, sitque iter confectum 277 milliarium.

Numero in regula 277 milliaria AC, & notam inuro. Numero item in linea latitudinum 240 milliaria seu gradus in AE; volvo regulam donec nota incidat in parallelum EC, regula insistet rumbo quæsito, & latus AD dabit milliaria longitudinis, quæ reducta exhibebunt differentiam longitudinis.

Possent addi alia problemata, quæ supponerent cognitam longitudinis differentiam, quæ cum observari non possit sunt inutilia.

PROPOSITIO XXI.

Problema.

Quomodo inveniendus sit terminus ad quem dum navigatio per plures rumbos peracta est.

Sæpe accidit ut intra diem navigatio per plures rumbos instituatur, ita ut difficillimum videatur singulos cursus ad arithmeticos calculos revocare, tunc autem præcipuè geometricè procedendum esse puto, regulamque & circinum adhibendum. Primò constituenda est partialis mappa continens unum aut alterum gradum. Modum construendæ mappæ ope scalæ universalis supra docuimus: poteris tamen ex quadrato reductionis eam facilè eruere. Assume circino gradum unum longitudinis, illamque multiplica quantum volueris, ut mappam augeas. Assume ex linea latitudinum crescentium gradum latitudinis in quo navigatum est, eumque similiter multiplica; atque ita formabitur rectangulum cujus maxima dimensio erit gradus latitudinis, seu meridianus & minor erit gradus paralleli, habebuntque in mappa eandem proportionem quam in superficie telluris obtinent.

Non erit difficilè omnes cursus in tali mappa notare, si utaris gradu meridiani, tanquam scala milliariorum sexaginta; ut supra docuimus, ita ut intra horæ quadrantem quotquot volueris cursus possis notare in mappa, & invenire locum ad quem pervenit navis.

Hæc praxis si bene intelligatur sufficiens est nauclero, ut omnem navigationem dirigat sine ullo erroris periculo.

PROPOSITIO XXII.

Problema.

Mapparum hydrographicarum correctio.

Pleræque Mediterranei maris mappæ erroribus scatent, quod ex naucleroram insciti procedit, qui nec latitudinem regionum, nec magnetis declinationem observant, nec distantias satis exactè æstimant, neque unquam littorum ichnographias describunt. Ideoque mirum non est si eorum mappæ hydrographicæ ita detortæ sunt, ut loca in eodem parallelo sita, in diversis exhibeantur, atque adeò operæ pretium foret si naucleri in id incumberent, singulique eam partem corrigendam susciperent, in qua navigarent. Possunt autem corrigi mappæ eodem prorsus modo, quo invenitur locus ad quem pervenit navis. Primò observando & corrigendo rumbum per quem navigatur, observatione magneticæ declinationis. Secundò æstimando iter seu distantiâ, quam fieri poterit exactissimè. Tertiò observatione latitudinis.

Incipio v.g. à monte Gilbratar cujus observo latitudinem; tum illum colloco in aliquo meridiano mappæ reductæ. Navigo exinde ab eo monte usque ad promontorium Gates nempe per Est quard Nordest milliaria 204, duco in mappa lineam occultam secundum inclinationem septimi rumbi, & in ea assumo milliaria 204. Si observata latitudo, eadem est ac quæ ex distantia & rumbo oritur, bene omnia processisse concludo. Notandum autem est in septimo rumbo multum deferendum esse æstimationi itineris quilibet enim error latitudinis augetur multum.

A Promontorio Gates ad Promontorium Palo cursus fuerit per *Nordest quard d'Est*, seu per 5 rumbum 97. milliaria. Ducta igitur linea occulta parallela rumbo proposito, acceptisque in ea 97 milliaribus, video an latitudo observata respondeat illi quam tribuunt rombus, & distantia, atque ita possum totam correctionem perficere, procedendo scilicet per singula promontoria. Ut spatia intermedia suppleantur describenda foret littorum ichnographia per praxes infra libro septimo tradendas.

Si accidat ut ex loco edito videatur promontorium aliquod dissitum, linea visualis potius cum circulo maximo, seu circulo positionis, quam cum loxodromia congruit, ideoque potius agendum est trigonometricè, quam loxodromicè. Si tamen hæc linea unum aut alterum gradum non excedat, negligatur hæc cautio.

DE

Digitized by Google

DE NAVIGATIONE

LIBER SEXTVS.

De æstimatione itineris per obſervationes latitudinis correcta.

VOCO æſtimationem itineris, judicium de itinere à navi intra certum tempus decurſo, vocatur æſtimatio, ob incertitudinem, cum difficillimum ſit aliquid certi ſuper ea re definire, cum celeritas navigii, ex tot circumſtantiis pendeat, ut non niſi experientia duce aliquid certi ſuper ea re conſtitui poſſit. Partium enim proportio, figura, onus impoſitum, æquabilitas partium magnitudo velorum, ad id plurimum faciunt, ideoque niſi ad experientiam, & effectum aliquem ſenſibilem provocetur, hanc æſtimationem præciſam humani vires ingenii ſuperare exiſtimo. Quare totum hunc librum circa hanc itineris æſtimationem aut ritè peragendam, aut per obſervationes latitudinis corrigendam impendam.

PROPOSITIO I.

Problema.

Quid ſit milliare determinare.

Maximam in hac materia perplexitatem peperit menſurarum diverſitas in variis regionibus uſurpatarum. Navarchus Genuenſis, cum aliqua menſura uſus eſſet, quæ ſexaginta milliaria in uno gradu tellutis conſtitueret, & mappam Geographicam adhiberet, quæ 75 milliaria in uno gradu numerabat naufragium paſſus eſt, cum ſe longius à terra diſtare exiſtimaret.

Certum eſt milliare in mille paſſus, paſſum in quinque pedes, pedem in duodecim digitos dividi, ſed adhuc nihil conſecuti ſumus, cum in diverſis regionibus pedis longitudo varia uſurpetur. Quare ut aliquid certi conſtituamus, menſuram ſtabilem, & ab hominum voluntate independentem adhibebimus. Unus gradus telluris erit hæc menſura, quam divido in 60 minuta. Quia autem unum minutum proximè accedit ad milliare, minutum gradus erit milliare terreſtre, continens paſſus mille, pedes autem quinquies mille, quare reſtat pedis magnitudo conſtituenda.

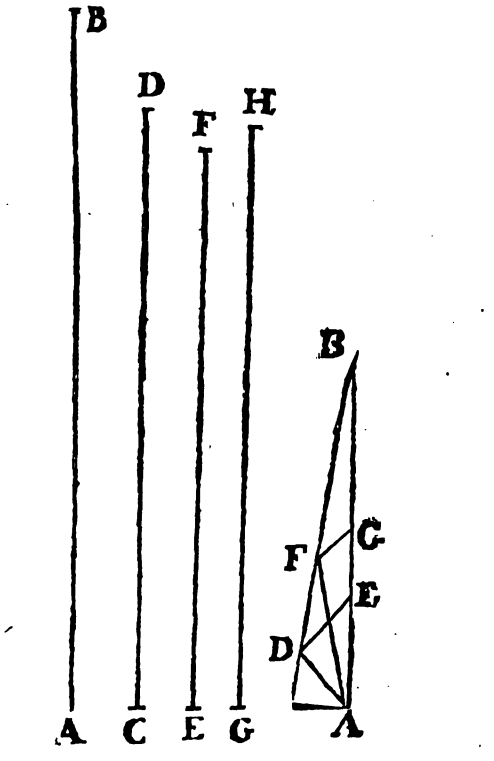
Pater Ricciolius invenit in uno gradu maximi circuli terræ paſſus 63158, ad pedem Bononienſem exacta. Snellius invenit tantum 54355, Mathematici Pariſienſes inveniunt tantum 58481.

Ego verò mediam aliquam viam iniens conſtituo paſſus 60000 ſeu milliaria 60 ad pedem Bononienſem exacta.

A B erit quarta pars pedis Bononienſis,
C D quarta pars pedis Pariſienſis,
E F quarta pars pedis Rynlandici.
G H quarta pars pedis Romani Veſpaſianei.

Si pes Pariſienſis dividatur in 1440 partes, pes Rynlandicus continet 1390, pes Londinenſis 1350, pes Bononienſis 1686.

Pendulum cujus una vibratio ſimplex adæquat unum minutum ſecundum, ſeu quod intra horam perficit vibrationes ſimplices 3600, continet 36 digitos & octo lineas cum dimidia pedis Parienſis, ſeu continet partes 3305 ſupra relatas.

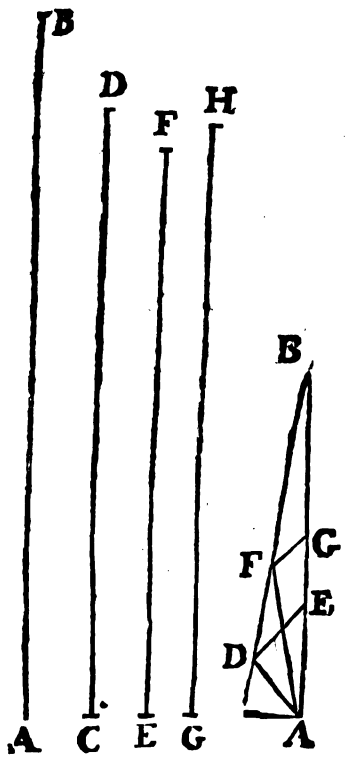


Pendulum verò perficiens intra horam vibrationes compoſitas 3600 continet partes $1076\frac{1}{4}$, pedis Pariſienſis.

Pes Bononienſis quem aſſumo pro pede geometrico, perficit intra horam vibrationes ſimplices 5752.

Videor ſatis determinaſſe pedem terreſtrem, quem æqualem facio pedi Bononienſi. Quamvis autem quartam eius partem in figura proponam, ſi quis tamen exactiorem eius determinationem requirit, aſſumat filum eique appendat globum ſclopetarium, ita ut eius longitudo à centro globi ad punctum ſuſpenſionis contineat quater lineam AB, hoc pendulum perficiet intra horam vibra-

tiones ſimplices 5752. Si pauciores perficit longius eſt, ſi plures brevius eſt quam par ſit. Eius



autem præciſam longitudinem hac propoſitione definies.

Ut quadratus numeri vibrationum, penduli A
ad quadratum numeri vibrationum penduli B
eodem ſcilicet tempore peractarum,
ita longitudo penduli B
ad longitudinem penduli A.

Si verò quæris numerum vibrationum alicujus penduli.

Fiat ut longitudo penduli A
ad longitudinem penduli B,
ita quadratus numeri vibrationum à pendulo B intra horam perfectarum,
ad quadratum numeri vibrationum à pendulo A eodem tempore peractarum.

Hæ propoſitiones in ſtatica demonſtrantur.

PROPOSITIO II.

Problema.

Primus modus æſtimandi itineris.

Naves ut jam dixi non eadem celeritate feruntur, etiamſi eodem vento ſimiliterque expanſis velis utantur. Aliæ ſunt aliis velociores, nonnullæ vento poſtico optimè decurrunt, quæ Bolinæo non reſiſtunt, ſed ad latera detorquentur, ut Saiquis Turcicis accidit. Sæpiſſimè cauſa latet quæ tantam celeritatem uni navi præ cæteris tribuit, immò ſæpè obſervatum eſt duas naves, ab eodem architecto ſub iiſdem menſuris fabricatas inæqualiter veloces eſſe. Hinc fit ut modus imponendi oneris multum ad curſum faciat. Vidi triremem, quæ velocius ferretur dum eius tormentum majus ad proram provectum erat, quam dum in ſua ſtatione in medium retrahebatur.

Certum eſt autem navim recenter ſævo illitam quinta parte velocius decurrere, quam dum mucorem contraxit. Ex quibus concludo nullum de navis alicujus celeritate judicium ferri poſſe, niſi ad experientiam provocetur. Hæc autem obſervatio facilè haberi poteſt. Primò dum navigatio ſecus littora inſtituitur, notatis omnibus circumſtantiis, nempe ſi ventus poſticus eſt obliquus, quadrantalis, aut bolinæus, ſi intenſus, aut remiſſus, ſi omnia adhibentur carbaſa.

Secundò ſi navigatur Nord & Sud notari poteſt quanta ſit latitudinis mutatio intra 24 horas, aſſignatis in ſingulos gradus 60 milliaribus.

Tertiò in quolibet rumbo ſcire poſſumus quot milliaria ſingulis gradibus competant. Primo $61\frac{1}{5}$. Secundo $64\frac{4}{5}$. Tertio 72. Quarto $84\frac{4}{5}$ Quinto 108. Sexto $156\frac{4}{9}$. Septimo $307\frac{1}{5}$.

Hæc obſervatio multùm confert ad judicium deinceps de celeritate navigii ferendum.

PROPOSITIO III.

Secundus modus æſtimandi itineris.

Hunc modum communiter adhibent Nautæ Maſſilienſes, ut fluxum aquæ ſecundum navigii latera diligenter obſervent. Cum enim motus navis in anteriora non advertatur, in aquam refunditur, quæ in poſteriora, videtur refluere. Quare vidi nonnullos qui aſſererent, quod ſi ligni ad proram projecti curſum homo totis viribus ad puppim currens adæquet, fore ut navis motus æqualis ſit curſui veredarii, & 6 milliaria intra horam perficiat. Si verò antevertat lignum, navis tardius feretur. Licet in navi Maſſilienſi per octingẽtas leucas navigarim, ſemel tantum hanc obſervationem vidi fieri, quam fallaciis obnoxiam judico Quare nutãt eorum æſtimationes, eò quòd nullo certo nitantur principio. Quod inde manifeſtum eſt. Si enim duos aut tres naucleros ſeparatim interroges, nunquã conſentientia elicies reſponſa, & qui ad proram ſedebit, unum aut etiam alterum milliare motui horario addet, ſupra æſtimationem conſiſtentis ad puppim, eò quòd aquæ reſiſtentia, & motus melius in prora, quam in puppi advertatur. Poteſt item hæc æſtimatio aliis circunſtantiis niti, ut intenſioni venti, diſtenſioni carbaſorum. Compertum tamen eſt incertam & fallacem eſſe omnem etiam peritorum æſtimationem.

PROPOSITIO IV.

Problema.

Tertius modus æſtimandi itineris.

Hæc praxis communiter ab Anglis, ſingulis horis uſurpatur. Primò adhibent clepſydram, quæ ſemiminutum adæquet, ſeu centies vigeſies intra horam fluat. Funiculo item utuntur diviſo in ſeptenas circiter orgyas, cui annectunt lignum figuram navigii præferens & plumbo bene onuſtum. Corda autem aut facile deglomeretur, circa cylindrum in puppi volubilem circumvolvitur.

Ita autem obſervatio peragitur, lignum in aqua projicitur, primoque viginti circiter orgyæ deglomerantur quaſi inutiles, antequam inſtituatur numeratio, ne ſcilicet puppis altitudo aliquid erroris invehat. Ut primum occurrit nodus, invertitur clepſydra, & ſenſim devolvitur funis accommodatè ad motum navis, ita ut nec nimis ſit laxus funis, nec etiam lignum trahat, quot interea dum fluet

Digitized by Google

fluet navis occurrent nodi, tot milliaria intra horam decurret navis.

Dico ergo ut ſuccedat operatio, internodia continere octo paſſus Bononienſes & $\frac{1}{3}$. Si enim 1000 paſſus dividas per 120, invenies $8\frac{1}{3}$. Si enim navis intra ſemiminutum perficit 8 paſſus cum triente, intra horam perficiet milliare.

PROPOSITIO V.

Problema.

Modus facilis æſtimandi itineris.

Ut aliquid addam de meo Anglicæ methodo, eamque facillimam reddam. Pro clepſidera ſeminuti fiat pendulum, cujus una vibratio ſimplex unum minutum ſecundum adæquet, eritque illius longitudo trium pedum, & octo linearum Pariſienſium, nempe puncto ſuſpenſionis ad centrum glandis plumbeæ. Dividatur corda in paſſus geometricos ſecundum pedem Bononienſem.

Projice lignum in mare, & deglomera 20 exapedas ut inutiles, propter altitudinem navigii, & cum primum ad diviſiones perveneris, pendulum incita, & numera 36 vibrationes ſimplices, nempe itus eſt una vibratio, & reditus altera, & ubi perfectæ erunt 36 vibrationes, ſiſte funem, & numera paſſus geometricos, huic autem numero addes duo zero, ut ſi inveniſſes 57 paſſus, additis duobus zero, haberes 5700. Si eſſet præter paſſum aliqua ejus pars, eſſet addenda. Nempe habeatur ſeparatim paſſus diviſus in 100 partes, & videbis quid addendum ſit. Ut ſi haberes paſſus $57\frac{1}{2}$ fierent 5750 paſſus intra horam.

Demonſtratio facilis eſt. Si enim intra partem centeſimam horæ navigium perficit 57 paſſus, intra horam centuplum perficiet. Multiplicatur autem numerus per 100, ſi illi addantur duo zero.

PROPOSITIO VI.

Problema.

Antiquorum methodus metiendi itineris.

Antiqui ut refert Vitruvius ad navium latera, rotas adhibebant palmulis inſtructas, quæ cum in aquam incurrerent, voluebantur & milliaria confecta indicabant.

Maximi ſanè momenti foret, ſi tale quid ad praxim revocari poſſet, ſed multa obeſſe videntur, primum quod naves noſtræ non æquabiliter ferantur, ſed modo in hanc, modo in illam partem inclinentur, atque adeo hunc motum rotarum inutilem redderent.

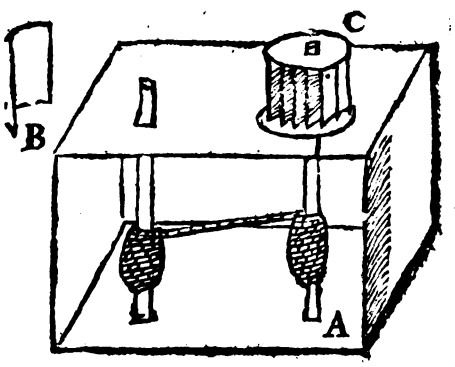
Secundum & præcipuum eſt, quod hujuſmodi rotæ curſum navis retardarent. Nam quod ad primum pertinet, poſſent conſtrui duæ naviculæ aliquibus tantum pedibus ab invicem ſejunctæ, quæ rotam alatam hinc inde ſuſtentarent, cujus axis denticulis inſtructus alias rotas moveret, ita ut ex indice notus eſſet numerus circumvolutionum. Quare ſumptis nonnullis experimentis in itinere nobis noto, ſcire poſſemus quot circumvolutiones intra unum diem navis perficeret. Quia tamen hæc naviculæ velocitati officerent, nullus eſt qui non malit potius carere exacta itineris menſura, quam retardari.

PROPOSITIO VII.

Problema.

Sextus modus æſtimandi itineris.

Cum velocitas quâ fertur navigium, ventum ut cauſam unicam agnoſcat, ſatis certò de illa judicabimus, ſi de venti intenſione, & viribus aliquid certi conſtituerimus. Methodus Anglorũ errori eſt obnoxia, quia ventum ſupponit æquabilẽ. Quia tamen ventus ſæpe ſenſim aut remittit, aut intenditur, hæc praxis in aliquo ſemper deficiet; unde vellem addere machinam, ad ventum volubilem, cujus circulationes ſcire poſſemus. Primò poſſet fieri rota alata, qualem in moletrinis velaribus adhibemns: id tamen incommodi habet, quod non niſi directè vento oppoſita volvatur, poſſet quidem detineri in eo ſitu à pinnacidio aliquo.



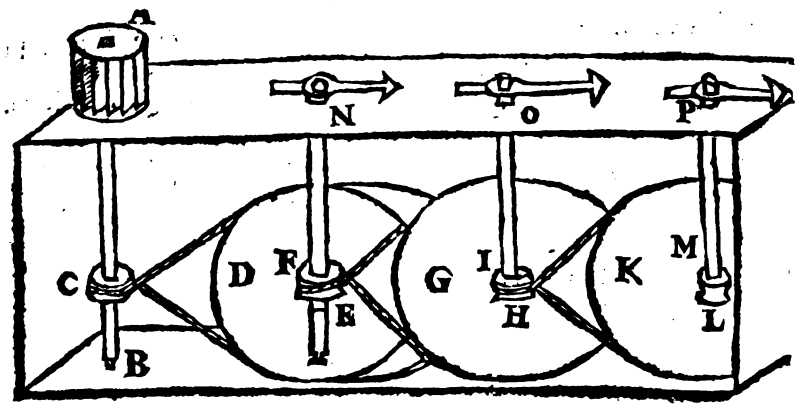
Arridet magis rota horizontalis, cujus diameter eſſet unius aut alterius pedis. Ex ferri albi laminis componi poſſet. Illius artificium in eo poſitum eſt, quòd convexo-concavis alis conſtet in eandem partem obverſis: ex quò fit, ut ventus majores habeat vires ex ea parte, quâ in concavitates incurrit.

Aliqui machinam ſimpliciſſimâ hâc rotâ inſtruunt. Duo ſunt axes quibus alternatim imponi poteſt hæc machina. Circa unum axem filum valde longum circumvolvitur, tum alteri imponitur rota, ut devolvatur filum: ſic enim ſcire poteris quot circulationes perficiet donec circumvolutum ſit filum, & tunc mutari debet rota & alteri imponi. Supponamus filum continere circumvolutiones 4000, demitto in mare naviculam illam Anglicam, & numero paſſus geometricos in funẽ notatos, qui decurrantur interea dum rota 100 circulationes perficiet, tum dicerem in ſingulas vices quibus ab uno in alium axem alternanda eſſet rota. Si 100 dant 60 verbi gratia paſſus, quot paſſus dabunt 4000, invenirem duo milliaria 400 paſſus. Hæc obſervatio iteranda eſſet quoties ventus mutaretur, aut expanderentur de novo aliqua carbaſa. Id quo in hac praxi timeo, eſſet, ne filum, unum in locum coacervaretur, & ſic augeret diametrum axis. Si enim poſſet ita benè aptari, ut æqualiter ſemper circa axem circumvolveretur, exactus in ſingulas vices circulationum numerus haberetur.

Aliam machinam commodiorem propono, cujus expenſæ ſunt modicæ, quatuor aut quinque axibus conſtat quorum primo imponitur rota qualem ſupra deſcripſimus. Huic parva trochlea inſeritur,

cujus

Digitized by Google



cujus funis, circa aliam majorem trochleam circumvolvatur : proportio autem majorum & minorum trochlearum ſit talis, major ſit decupla minoris. Sic enim tribus majoribus trochleis, ultima ſemel tantum circulabit, cum rota alata mille circulationes peraget.

Si adderetur quarta, circumvolveretur ſemel cùm prima rota decies millies. Quare hâc machinâ, cognoſcemus exactè circumvolutiones primæ.

Poſſet quidem alia machina fieri, idem omninò præſtans, nempe ſi pro parvis trochleis fierent parvæ rotulæ quinque denticulorum, quæ incurrerent in majores quinquagintâ denticulorum.

Vel faciliùs duabus rotis id perageremus centum denticulorum, nam pro axe nempe AB, ſpira quam vocant infinita adderetur quæ in rotam centum denticulorum incurrens, centies volveretur interea dum primus axis 100. circulationes abſolveret. Si axi hujus rotæ alia addatur ſpira, quæ pariter in denticulos rotæ æqualis incurrat; cum prima decies millies voluetur, ſecunda unicum circulum abſolvet.

Quamvis hæ machinæ videantur parvi momenti, aſſero tamen maximi eſſe in navigatione, & ſatis exactam haberi poſſe itineris confecti cognitionem.

Dum triremis aut quæcumque alia navis remis agitur. Adhuc facilius æſtimari poteſt quantitas itineris, cum enim uniformior ſit remigatio, quàm velificatio, ſi bis aut ter adhibeatur praxis Anglica, & exactè notetur tempus quò remigatur, habebitur quantitas itineris.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

De latitudine, elevatione poli, & declinatione Solis.

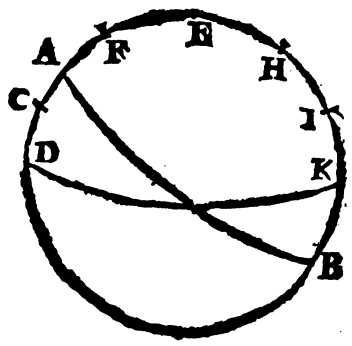
Demonſtravi in ſecundo latitudinem regionis æqualem eſſe elevationi poli, ideoque obſervationes unius, alteram facilè exhibent, eas tantum hic referam quæ in mari locum habent. Aſtronomiſq; relinquam eas quæ majorem apparatum requirunt.

Ut bene intelligantur praxes infra tradendæ, notandum eſt Solem in circulo æquinoctiali non ſemper verſari, ſed ab eo hinc inde, modo ad Auſtrum, modo ad boream recedere. Hic receſſus ſeu diſtantia ab æquatore dicitur declinatio, reſpondetque terreſtri latitudini. Sicut enim regionis latitudo eſt ejus ab æquatore diſtantia, ita etiam in cœlo declinatio, eſt ſyderis ab æquatore diſtantia.

Stellæ fixæ iutra 100 annos vix ſenſibilem declinationis mutationem patiuntur, planetæ autem in ſingulos dies declinationem mutant.

Circa 21 Martii, & 23 Septembris Sol declinatione caret, & in plano æquinoctialis circuli invenitur. Sed à 21 Martii ad 23 Septembris declinat ab æquatore versùs polum Arcticum: Ad Auſtrum verò à 23 Septembris ad 21 Martii.

Notandum etiam eſt altitudinem æquatoris meridianam, æqualem eſſe complemento latitudinis,



aut elevationis poli, ut ſi circulus AEB ſit meridianus, in quo polus ſit H, zenith E, horizon DK, æquinoctialis AB, elevatio poli KH, ejus complementum H E, elevatio æquatoris D A, certum eſt elevationem poli KH, æqualem eſſe latitudini AE, & arcum H E complementum ſcilicet elevationis poli K H, æqualem eſſe arcui A D, ſeu altitudini meridianæ æquatoris.

Ad inveniendam latitudinem regionis per altitudinem Solis, neceſſarium eſt ſcire ejus declinationem, pro eo tempore quo fit obſervatio, quarum ſupputandus eſſet locus Solis, & illi reſpondens declinatio. Ne tamen labores ob tot ſupputationes, habetur infra tabula declinationis ſingulorum graduum Eclypticæ, cujus uſum ſequentes duæ propoſitiones docent.

PROPOSITIO IX.

Problema.

Dato loco Solis, ejus declinationem invenire.

Quæratur declinatio Solis decimumquintum gradum Tauri occupantis. Conſulatur in prima columna gradus 15, & in ejus linea tertia columna ſub titulo Taurus, invenio declinat. grad. 16. min. 23. ſec. 39. Declinatio decimi cancri in quarta columna invenietur gr. 23. min. 8. ſec. 48.

Si quæreretur declinatio grad. 20. cum min. 30. Arietis, ſubtrahenda eſſet declinatio vigeſimi gradus, ex declinatione ſequentis, nempe 7. 50. 46. ex 8. 13. 21, reſtantque min. 23. 25, tum inſtituenda regula trium: Si unus gradus, ſeu 60 min. dant

min.

Digitized by Google

min.23.25. quod dabunt 30 minuta, invenioque 12.41$\frac{1}{2}$ quæ addenda sunt declinationi 20 graduum, habebisque 8 gradus min.2. sec.8.

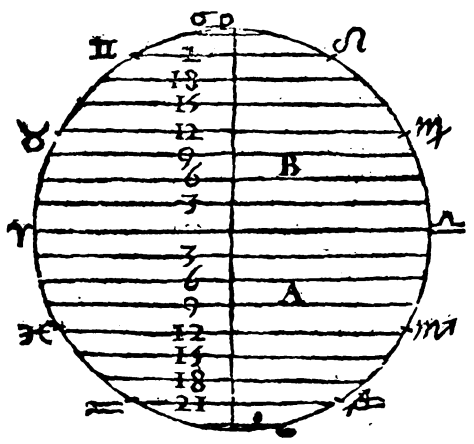
PROPOSITIO X.

Problema.

Data declinatione solis eius locum in Eclyptica invenire.

Ope ejusdem tabulæ data solis declinatione eius locum invenimus. Sit data declinatio solis borealis gr.4. min.22. hanc quæro in tabula eamque invenio in secunda columna, è regione undecimi gradus, sol igitur versatur in undecimo gradu arietis, aut in 19 virginis, cujus titulus invenitur in parte inferiori, & gradus numerantur in ultima columna. Si declinatio Australis esset sol existeret in gradu undecimo libræ, aut in 19, piscium. Possumus autem facilè determinare signum quod sol quolibet tempore percurrit; cum ingrediatur arietem 21 Martii, Taurum circa 21 Aprilis, atque ita consequenter singulis mensibus unum signum perficit.

Nonnulli loco tabulæ declinationum substi-



tuerunt circulum, in suos gradus distinctum, cujus diameter hinc inde in 23 partes cum dimidio, quasi in totidem gradus lineis parallelis divideretur. Sed non immoror diutius, cùm hoc instrumentum sit fallax, & erroneum.

PROPOSITIO XI.

Theorema.

De Tabula exhibente declinationem solis in singulos dies.

Proponitur communiter tabula quatuor annorum, ad inveniendam solis declinationem. Requiritur autem quadruplex, quia cum annus civilis communis deficiat ab anno solari quinque horis, & 49 minutis, sol secundo anno, & eodem die, non tantum provectus est in sua Eclyptica, quantum primo, atque adeo eandem declinationem non obtinet. Quia autem bissextilis dies qui quarto quoque anno mensi Februario accrescit, annum civilem, in pristinum ferè statum restituit, videtur sufficere tabula quatuor annorum. Quia tamen aliorum inventa simpliciter & sine additamento non sunt referenda, cum hæ tabulæ perpetuæ esse non possint, sed post aliquos annos deficiant, reddanturque inutiles, nisi variis correctionibus reformentur, quarum ut plurimum nucleri non sunt capaces, ideo pro quatuor tabulis octo propono, quæ non quarta diei, sed tantum octava parte different, atque octo nullum defectum tribus minutis majorem efficere non possint.

Hæ tabulæ declinationem solis exhibent pro meridie diei cujuslibet, suntque affixæ meridiano Romano, qui est trigesimus sextus incipiendo ab insula Palma inter Fortunatas. Hunc meridianum aliis præfero eò quòd in medio Mediterranei maris situs videatur. Præmisi tabulam indicem, quæ pro centum & triginta annis ostenderet tabulam in singulos annos usurpandam. V.g. si quæratur annus 1676 invenio adhibendam esse tabulam primam. Anno 1700 respondet quarta. Incipit quælibet tabula die prima Martii, ad evitandem eam perplexitatem, quæ ex die bissextili addendo oriri poterat. Quare mensibus Januario, & Februario utendum est tabula superioris anni. Ut quamvis anno 1676 respondeat prima tabula, utendum tamen est tabula quarta mense Januario & Februario. Quare cum tabula Indicis continuari possit, quantum voluerimus tabulæ perpetuæ sunt.

Primus usus tabularum declinationis Solis.

PROPOSITIO XII.

Problema.

Invenire declinationem Solis pro hora meridiana secundum meridianum Romanum.

Proponatur invenienda Solis declinatio pro 24 Septembris meridie, pro meridiano Romano anno 1680. Annorum Index ostendit primam tabulam: quare si in prima tabula quæro in linea diei 24, quæ est in prima columna, in columna mensis Septembris invenies 0.47 cum titulo suo: Nempe declinationem Australem min.47.

PROPOSITIO XIII.

Problema.

Invenire declinationem Solis, pro quolibet die, & qualibet hora meridiani Romani.

Cum tabulæ nostræ affixæ sint meridiano Romano, horæ ad eundem meridianum referendæ sunt. Proponatur ergo hora quinta matutina diei 28 Septembris anni 1680, quæro in tabula declinationem Solis pro die 27 & 28 meridie, invenioque 1.57, & 2.20. Auferendoque minorem à majori, invenio differentiam min. 23, tum instituo regulam trium si dies integra, seu 24 horæ dant differentiam min. 23, quot dabunt horæ 17, invenio paulò minus quam min.17, addenda minori declinationi, habeoque gr.2. & min.14.

PROPOSITIO XIV.

Problema.

Invenire declinationem Solis pro qualibet hora alterius meridiani.

Volo ſcire declinationem Solis pro hora meridiana primi meridiani; cum meridianus Romanus orientalior ſit primo, gradibus 36, primus meridianus occidentalior erit horis duabus, & 24 min. Quærenda igitur eſt declinatio Solis pro hora ſecunda cum 24 min. meridiani Romani.

Proponatur quærenda declinatio Solis, pro hora quinta veſpertina meridiani orientalioris per duas Romano. Non erit hora quinta in Romano, ſed ſolum tertia. Quæratur ergo declinatio Solis pro hora tertia meridiani Romani, atque ita reducendo horas propoſitas ad Romanas facilè innoteſcet declinatio.

PROPOSITIO XV.

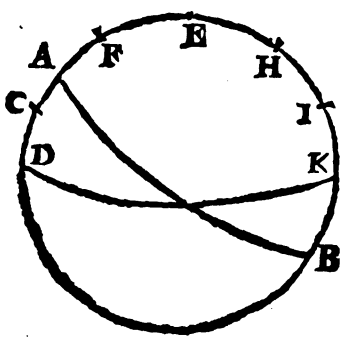
Problema.

Primus modus obſervandæ latitudinis per altitudinem meridianam Solis.

Obſervetur altitudo Solis, media circiter hora ante meridiem, identidemque repetatur obſervatio donec ſenſibiliter decreſcere deprehendatur. Omnium maxima erit altitudo Solis meridiana, quæ corrigatur ſubtracta refractione. Habeatur item ratio altitudinis oculi, ſupra ſuperficiem maris, ut docuimus ſuprà. A complemento altitudinis Solis ſubtrahatur declinatio Solis Auſtralis, aut eidem addatur borealis, habebiſque latitudinem.

Sit meridianus AEB, æquator AB, DH horizon, H polus, D F altitudo Solis meridiana, verbi gratia graduum 60, ejus complementum FE graduum 30. Supponitur eſſe dies prima Maii anni 1676, invenieſque declinationem Solis AF borealem graduum 15. min. 25, quam addes complemento E F, ſeu gradibus 30, fietque latitudo A E grad. 15. min. 15.

Pariter die 15 Decembris anni 1676, fuerit obſervata altitudo meridiana DC graduum 20, illius



complementum CE erit graduum 70. Declinatio Solis reperitur in tabula grad. 18. min. 47. nempe arcus CA qui ſubtractus ex CE grad. 70, relinquit latitudinem AE grad. 51 min. 13. Cum autem dixi declinationem borealem addi complemento, & auſtralem ſubtrahi, intelligo quandiu verſamur in hemiſphærio boreali. Cum enim in Auſtrali degimus contrariæ leges ſunt obſervandæ.

Si verò ita eſſemus vicini æquatori, ut declinatio Solis major eſſet latitudine, complementum altitudinis ex declinatione ſubtrahendum foret. Ut ſi in decimo parallelo boreali verſaremur, Sole tropicum cancri occupante, eſſetque ejus elevatio ſupra horizontem graduũ $76\frac{1}{2}$ & complementum graduũ $13\frac{1}{2}$, quod ſubtractum ex declinatione graduum $23\frac{1}{2}$, relinquit latitudinem graduum 10.

Eadem cautio adhibenda eſt ſtellis, quarum major eſt declinatio, noſtra latitudine.

PROPOSITIO XVI.

Problema.

Secundus modus obſervandæ latitudinis, per altitudinem meridianam ſtellæ.

Suppono haberi tabulam declinationis ſtellarum. Notandum autem ſtellarum declinationes intra 100 annos vix mutari, ideoque declinationes propoſitæ pro anno 1700 uſurpari poſſunt pro toto ſæculo ſequenti. Si ſtella obſervetur inter tpium verticem, & auſtrum, eædem regulæ obſerventur ac in Sole, hoc eſt declinatio ſtellæ auſtralis ſubtrahatur, borealis addatur complemento altitudinis; habebiturque latitudo.

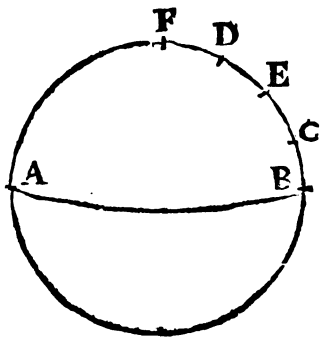
Verbi gratia dum ſyrius ſeu canis major accedit ad meridiem, ſeu ad rombum Sud, ejus altitudo identidem obſervetur, donec decreſcat ſenſibiliter, omnium maxima, erit ejus altitudo meridiana. Hæc ſupponatur eſſe grad. 40, & ejus complementum 50, à quo ſubtrahatur declinatio Auſtralis Syrii, nempe grad. 16. min. 18, reſtabit latitudo grad. 33. min. 42.

PROPOSITIO XVII.

Problema.

Tertius modus obſervandæ latitudinis per ſtellas circumpolares.

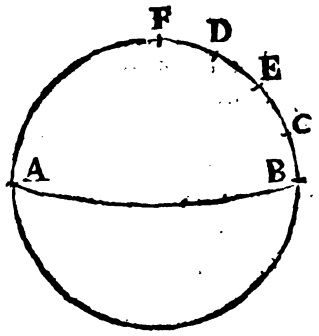
Proponatur primò ſtella quæ non occidat, & quæ maxima altitudine inveniatur inter Zenith & polum: quod facilè per comparationem cum ſtella polari dignoſci poteſt. Ob-



ſervetur ejus maxima altitudo B D, ex qua auferes DE complementum declinationis ejus, reſtabitque elevatio poli B E. Verbi gratiâ. Claræ Guardiarum; ut vocant, declinatio eſt 75 graduum, min. 37. & 30. ſec. complementum erit graduum 14 minut. $22\frac{1}{2}$. Supponamus ejus altitudinem meridianam maximam eſſe graduum

Digitized by Google

dium 60, ſubtractis grad. 14. 22 ½ reſtat altitudo poli grad. 45 & min. 37. ½.



Eædem ſtellæ meridianum attingunt infra polum, earumque altitudo meridiana erit omnium minima. Facile autem id cognoſcere poteris, adhibendo perpendiculum quod ſecet ſtellam polarem. Huic ergo elevationi minimæ adde complementum declinationis ejuſdem ſtellæ, ut habeas elevationem poli. Verbi gratiâ ſi Clara Guardiarum obſervata fuerit elevata gradibus 35 in ſua minima altitudine addendo 14. 22 ½, complementum ejus declinationis fiet elevatio poli graduum 49. 22 ½.

Hæc ultima praxis valet etiam in ſole, in iis regionibus in quibus non occidit, cum noctes majores ſunt, altitudinem poli obſervamus, non cognita ſtellæ declinatione, nempe maximam & minimam ejuſdem ſtellæ elevationem ſimul addimus, ſumma bifariam diviſa dat altitudinem poli.

Poſſent haberi ſtellæ circumpolares in charta deſcriptæ, ſecundùm propriam aſcenſionem rectam, & declinationem.

PROPOSITIO XVIII.

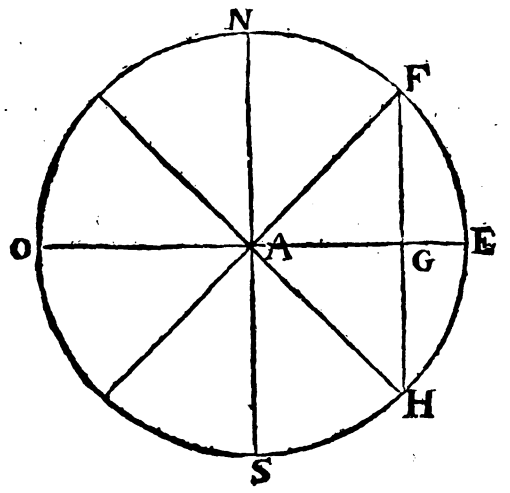
Problema.

Quartus modus obſervandæ latitudinis per ſtellam polarem.

Naucleri communiter in obſervanda poli altitudine, ſtellam polarem adhibent, quæ cum circulum valde parvum deſcribat, eidem altitudini diutius inſiſtit, ideoque modicus eſſet error, etiamſi in ipſo præcisè meridiano non obſervaretur.

Quamvis quocumque tempore ex altitudine ſtellæ polaris concludere liceat altitudinem poli, cum tamen nobis liberum eſt, ſatius eſt ut eam obſervemus ſtella meridianum occupante. Quod facilè ex duabus aliis ſtellis dignoſcere poſſumus, nempe ex ſtella quæ in eductione caudæ urſæ majoris poſita eſt, ſeu ex equo rotis propiore. Item ex ſtella quæ in femore Caſſiopeyæ ſita eſt. Si enim perpendiculum ita oculo admoveamus, ut ſtellam polarem ſecet, & inſuper primam ſtellam infra, & ſecundam ſupra polum. Tunc ſtella polaris meridianum ſupra polum attingit. Quare ſi ex ejus altitudine auferas duos gradus, & 25 minuta ex ejus altitudine, reſtabit elevatio poli.

Si verò hæc ſtella Caſſiopeya attingat perpendiculum infra ſtellam polarem, eadem ſtella polaris attinget meridianum infra polum, ejuſque elevationi addendi erunt duo gradus cum 25 minutis, ut habeatur altitudo poli. Ut autem habeatur quid addendum ſit aut ſubtrahendum altitudini ſtellæ polaris extra meridianum exiſtentis, ſciendum eſt omnes fere diviſiones à naucleris uſurpatas inſtitui in rumbos 32, & in multis caſibus minus appoſitè. Cum enim aſſiduè præ oculis pixidem nauticam habeant, eam ad omnes materias traducunt. Poſſumus igitur circellum à ſtella polari deſcriptum in 32 rumbos dividere, ita ut Nord ſupremum, Sud infimum locum obtineat, Eſt ſit ad dexteram, Oüeſt ad ſiniſtram reſpicientis. Cum igitur ſtella polaris lineam Nord attingit duobus gradibus cum minutis 25 ſupra polum attollitur, totidemque deprimitur infra polum, in rumbis Eſt & Oüeſt aſſumi poteſt ut æqualiter cum polo elevata, quamvis inveniatur aliquod diſcrimen exigui momenti.



Ut hæc altitudo ad calculos revocetur, ſupponatur ſtella in rombo Nordeſt in puncto F, eritque altior polo ſecundum lineam GF. Poſſumus ergo dicere: Ut ſinus totus AN ad GF ſinum arcus FE complementi anguli FAN, ſeu inclinationis rumbi, ita duo gradus cum 25. min. ſeu 145 minuta ad GF, quæ minuta ſubtrahenda erunt ex altitudine ſtellæ ut habeatur altitudo poli. Opus autem erit tantum inſtituere ſeptem regulas trium pro ſingulis rumbis. Quantum enim ſubtrahendum eſt ab altitudine ſtellæ poſitæ in F, nempe in Nordeſt, tantum illi addendum eſt ſtellâ poſitâ in Sud-Eſt.

Tabula indicans quid addendum ſit altitudini ſtellæ polaris aut ſubtrahendum ut habeatur altitudo poli.

Rumbus ſtellæ polaris.	Gr.	min. Subtrah.	Rumbus ſtellæ polaris.
Nord.	2.	20	*Nord.*
N ¼ NE	2.	17	N ¼ N O
N N E	2.	9	N N O
N E ¼ N	1.	56	N O ¼ N
N E	1.	39	N O
N E ¼ E	1.	18	N O ¼ O
E N E	0.	54	O N O
Eſt ¼ N E	0.	28	O ¼ N O
Eſt	0.	0	O
		Adde	
E ¼ SE	0.	28	O ¼ S O
E, S E	0.	54	O, S O
S E ¼ E	1.	18	S O ¼ O
Sud-eſt.	0.	39	S O
S E ¼ S	1.	56	S O ¼ S
S, S E	2.	9	S, S O
S ¼ S E	2.	17	S ¼ S O
Sud.	2.	20	*Sud.*

Facilè obſervari poteſt rumbus ſtellæ polaris. Si enim per foramen nocturlabii ſtellam polarem reſpicias, rombus in quem incidet, ſtella quæ eſt in femore Caſſiopeïæ, erit idem ac rombus ſtellæ polaris; è contra rombus in quo invenitur ſtella quæ in eductione caudæ Urſæ majoris, eſt oppoſitus rumbo ſtellæ polaris.

Quia tamen naucleri ſunt aſſueti rumbis claræ Guardiarum ut vocant, ſeu clarioris poſteriorum rotarum minoris currus infra, propono tabulam huic ſtellæ accommodatam, cujus uſus facillimus eſt.

Obſervato rumbo in quem cadit clarior poſteriorum rotarum minoris currus, aſſumpta ſtella polari pro centro, hic rumbus in tabula inventus, habet è regione, quid addendum, aut detrahendum ſit altitudini ſtellæ polaris, ut habeatur altitudo poli.

Rumbus claræ poſteriorum rotarum minoris currus.	Gr.	min. Adde	Rumbus Claræ	Gr.	min.
					Subt.
Nord.	2.	3	*Sud.*	2.	3
Nord ¼ NE	2.	14	S ¼ S O	2.	14
N N E	2.	19	S, S O	2.	19
N E ¼ N	2.	18	S O ¼ S	2.	18
N E	2.	12	S O	2.	12
N E ¼ E	2.	0	S O ¼ O	2.	2
E, N E	1.	47	O S O	1.	48
E ¼ N E	1.	27	O ¼ S O	1.	27
Eſt.	1.	4	O	1.	4
E ¼ S E	1.	38	O ¼ N O	0.	39
E S E	0.	12			*Adde.*
		Sub	O N O	0.	12
S E ¼ E	0.	16	N O ¼ O	0.	16
Sud-Eſt.	0.	43	N O	0.	43
S E ¼ S	1.	8	N O ¼ N	1.	8
S, S E	1.	30	N N O	1.	30
S ¼ S E	1.	48	N ¼ N O	1.	48

PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO XIX.

Problema.

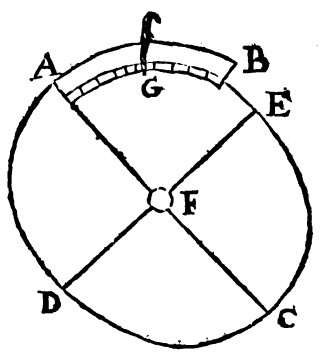
Quintus modus obſervandæ latitudinis per ſtellam polarem.

Praxin univerſaliorem propono, nam communis mihi diſplicet. Primò quia nocturlabium commune diviſum tantum in rumbos, videtur non ſatis præciſum, ita ut differentia additamenti in rombis vicinis ſit nonnunquam minutorum 15. Secundò nocturlabium exigimus ad ſtellam ita vicinam polo, ut ſi vel tantiſper in unam partem inclinetur facilè errorem inducat ſemirumbi.

Vellem igitur nocturlabium paulò majus, diviſum non tantum in rumbos, ſed in horas, & gradus, ita ut diviſionum characteres procederent ex Nord per Eſt ad Sud, ſecundum ſucceſſionem ſignorum, ſeu eo modo quo numeratur aſcenſio recta.

Secundò nollem nocturlabium inſtructum manubrio, quia difficillimè ſtatuitur parallelum æquatori, mallem illi addi arcum diviſum in gradus, cum annulo mobili, ut ſuſpenderetur ſecundum latitudinem æſtimatam.

Tertiò ut facilius habeatur præ oculis id quod addendum, aut ſubtrahendum eſt elevationi ſtellæ



ad conſtituendam elevationem poli, cum diſtantia ejus à polo ſit grad. 2. min. 20, ſeu 140 minutorum. Dividatur utraque ſemidiameter in 14 partes quarum quælibet in 10 ſubdiviſa intelligatur, in toto ſemicirculo ſuperiore ab Oüeſt per Nord ad Oüeſt ſubtrahendum erit, in oppoſito addendum erit.

Ut habeas præcisè rumbum ſtellæ polaris, ſciendum eſt quantum ſtellæ quas adhibes ab ea diſtent. Et primò quidem quæ in eductione caudæ Urſæ mjaoris ſita eſt, opponitur è diametro ſtellæ polari: Quæ eſt in femore Caſſiopoïæ, eidem meridiano ſubjacet. Alterutra ſupra horizontem ſpectabitur.

Clara cuſtodum occidentalior eſt ſtella polari gradibus 152 ½ quare invento claræ rombo numera 152 gradus cum dimidio, ſecundum ſeriem ſignorum Nord Eſt Sud, & occurret rombus ſtellæ polaris.

Remotior duarum poſteriorum rotarum orientalior eſt 15 gradibus; quare obſervato ejus rombo regrediendum eſt 15 gradibus contra ſeriem ſignorum, nempe Nord Oüeſt, Sud, Eſt.

Optimum tamen erit adhibere ſtellæ polaris altitudinem, quando ad meridianum accedit.

PROPOSITIO XX.

Problema.

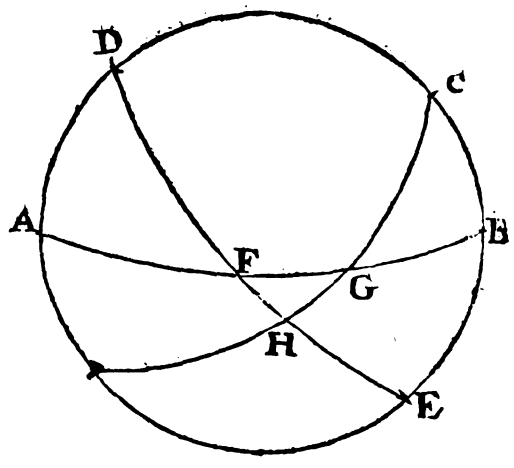
Sextus modus obſervandæ latitudinis per amplitudinem ortivam.

Inter praxes ſupra propoſitas ad obſervationem declinationis magneticæ, hæc fuit ut obſervarentur puncta pixidis magneticæ, quibus reſpondet aſtrum dum oritur, & occidit. Nam arcus inter hæc puncta interceptus diviſus bifariam dat complementum amplitudine ortivæ ſi minor eſt quadrante, ſi verò major eſt, ſubtractis ab eo 90 gradibus relinquit amplitudinem ortivam. Ut ſi arcus inter ortum, & occaſum ſyderis fuerit 140 graduum cujus ſemiſſis 70 minor eſt gradibus 90, ejus complementum 20, erit latitudo. Si verò hic arcus fuerit 210, cujus dimidium 105 majus eſt gradibus 90. Exceſſus 15 graduum erit amplitudo ortiva.

Data amplitudine ortiva, & ejus declinatione, quæro in tabulis amplitudinum ortivarum, in qua latitudine, tali declinationi reſpondet hæc amplitudo ortiva, hæc enim erit latitudo quæſita.

Tota difficultas hujus praxis in eo poſita eſt, quod non ſatis exactè obſervetur gradus pixidis nauticæ cui reſpondet aſtrum dum oritur, ita ut propter parvitatem roſæ proclive ſit errare ſemigradu, quamvis hæc praxis præciſionem exigat, immo etiam ut habeatur ratio refractionis.

Si careamus tabulis amplitudinum ortivarum, ſolvendum erit triangulum. Verbi gratia ſit hori-



zon AB, æquator ED polus C, aſtrum oriens, aut occidens in G, amplitudo ortiva erit FG, GH declinatio cognita.

fiat ergo, ut ſinus amplitudinis ortivæ F G
ad ſinum declinationis H G,
ita ſinus totus anguli recti H
ad ſinum anguli G F H, ſeu arcus B E, complementi altitudinis poli BC.

PROPOSITIO XXI.

Problema.

Septimus modus obſervandæ latitudinis, per duas Solis, aut ſtellæ elevationes & tempus interjectum.

Si lineam meridianam haberemus in mari, æque

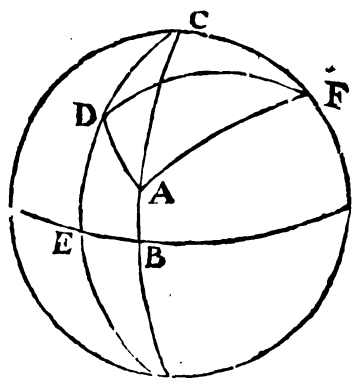
præciſam ac eam obſervare poſſumus,dum in terra verſamur, quolibet tempore ad primam Solis, aut ſtellæ cujuſcumque obſervationem latitudinem colligeremus. Quia tamen acus magnetica quantumlibet correcta lineam Nord & Sud, ita præciſam non exhibet, ut non erret aliquando uno gradu, illud problema non propono, quia inutile,alia nonnulla in ejus locum ſubſtituo.

Suppono haberi arenarium, cujus teneatur duratio, exigaturque ad horologium pondulo inſtructum. Neque verò requiritur ut præcisè horam adæquet, æqualiſque ſit ex utraque parte durationis, quod forſitan difficile, forſitan impoſſibile videretur, ſed tantum quantum temporis impendat, ut fluat & refluat ; debet item nodus eius exactè pice aſſerruminari, ne aërem externum admittat.

Obſervetur Solis elevatio,& inverte arenarium donec fluat, & refluat,obſerveturque Solis elevatio, ex his facilè latitudinem concludes.

Primò quidem in globo ſelige in parallelo quem Sol eo die percurrit,duo puncta diſtantia 30 gradibus, ſi arenarium tempus duarum horarum exhibuit, tum aſſumendo intra pedes circini tot gradus quot continet complementum elevationum obſervatarum, deſcriptis ex punctis paralleli tanquam centris, duobus arcubus ſeſe interſecantibus; punctum interſectionis attinget parallelum latitudinis quæſitæ, ejuſque ab æquatore diſtantia erit latitudo.

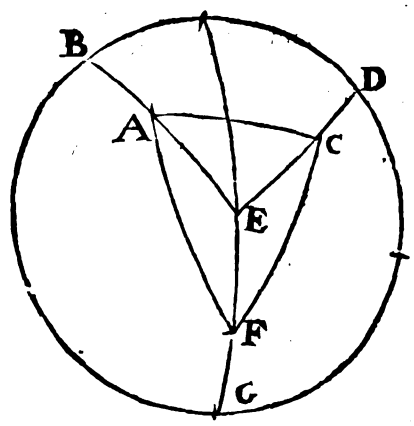
Si quis majorem præciſionem exigit trigonometricè operabitur. Obſervet igitur horâ matuti-



nâ quâlibet Solis altitudinem AB, eamque ſubtractione refractionis corrigat.Reſtabit igitur ejus complementum AC, poſt duas circiter horas arenario determinatas obſervetur iterum Solis elevatio DE, & dabitur pariter ejus complementum DC. Datur item arcus DF, AF, complementum declinationis Solis, nempe ejus à polo diſtantia.

Demonſtratio. In triangulo DAF, datis duobus lateribus DF, AF, & angulo DAF, quem metitur tempus inter utramque obſervationem interjectum. Verbi gratja ſi tempus ſit duarum horarum, angulus DFA erit grad. 30, igitur praxes trigonometricæ exhibent angulum DAF, & baſin AB. Secundò in triangulo DAC, datis omnibus lateribus innoteſcit angulus DAC, quo ſubtracto ex DAF, relinquitur angulus CAF. Denique in triangulo CAF, datis lateribus CA, AF, una cum angulo CAF, dabitur baſis FC, complementum altitudinis poli.

Si altitudines obſervatæ æquales eſſent, nempe una antemeridiana, altera eſſet pomeridiana, ut AB, CD, darentur pariter eorum complementa AE, CE, ſicut & arcus AF, CF, diſtantiæ à polo. Cognoſcitur item totus angulus AFC, quem tempus inter obſervationes interjectum metitur: ergo & ejus dimidium AFE. Quare



in triangulo AFE, datis lateribus AE, AF, una cum angulo AFE, dabitur & arcus EF, complementum latitudinis.

Tertiò ſi altitudines ante & poſt meridiem obſervatæ fuerint inæquales pluribus operationibus opus erit,nam primò ſolvendum triangulum AFC, cujus cognoſcimus latera AF, FC, & angulum AFC, quare dabitur baſis AF, & angulus FAC. Cognitis item omnibus trianguli AEC lateribus, dabitur angulus EAC, qui ſubtractus ex FAC, relinquit FAE. Denique in triangulo FAE datis lateribus AE, AF, una cum angulo FAE dabitur baſis EF complementum elevationis poli. Hoc problema ſtellis accommodatum eſt.

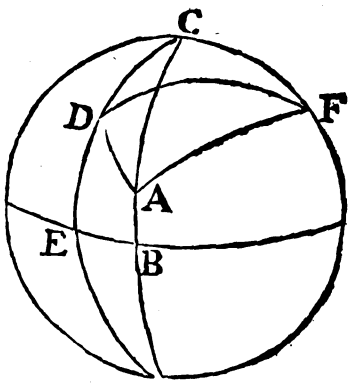
PROPOSITIO XXII.

Problema.

Octavus modus obſervandæ latitudinis per duas Solis altitudines,& verticalium diſtantias.

Obſerventur ut prius duæ Solis, aut ejuſdem ſtellæ altitudines, eodemque tempore gradus pixidis nauticæ, quibus aſtrum reſpondet tempore obſervationis, dico hæc ſufficere ad concludendam latitudinem.

Nam in figura penultima dantur ex obſervationibus altitudines AB, ED, & complementa AC, DC, datur & arcus BE diſtantia verticalium,dabi-



tur ergo in triangulo ACD, baſis AD, & angulus CAD.

Secundò datur declinatio ſyderis, ergo & complementa AF, DF, quare in triangulo DAF, datis omnibus lateribus, dabitur & angulus DAF. Sed jam cognitus eſt angulus DAC, quo ſubtracto ex DAF, relinquitur angulus CAF. Denique in

Digitized by Google

in triangulo FAC datis lateribus FA, AC, & angulo CAF, non latebit latus C F, complementum elevationis poli.

Hæc praxis in eo deficit quod obſervatio diſtantiæ verticalium per pixidem nauticam non ſit ſatis exacta.

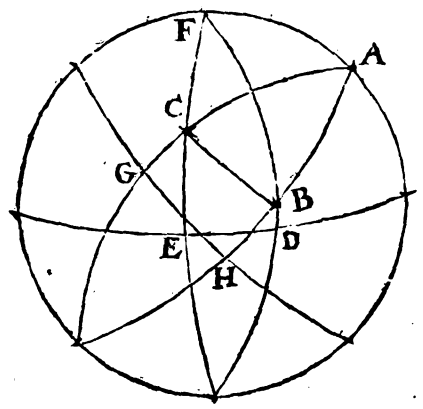
Hoc problema ſtellis accommodatum eſt.

PROPOSITIO XXIII.

Problema.

Nonus modus obſervandæ latitudinis per elevationem duarum ſtellarum.

Obſervetur eodem tempore duarum ſtellarum B & C altitudo, nempe arcus BD, CE, dabunturque complementa CF, BF. Si ergo in globo aſſu-



mas inter cuſpides circini arcum C F, & ex ſtella C ut centro deſcribas arcum CF, pariterque intervallo BF ex ſtella B ut centro deſcribas alium arcum, habebitur punctum F, eritque arcus B F latitudo.

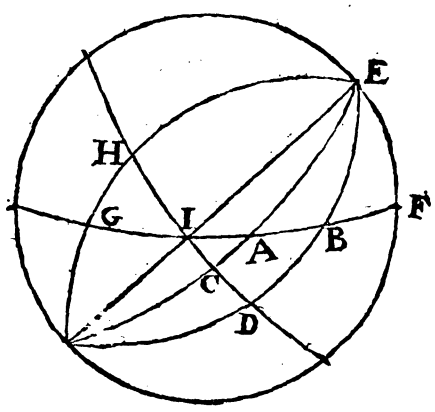
Trigonometicè verò, ſupponitur cognita aſcenſio recta utriuſque ſtellæ, ita ut ſubtracta minore ex majore relinquatur earum differentia G H ſeu angulus B A C. Volo item cognoſci ſtellarum declinationes HB, GC, & earum complementa CA, BA. Primò ſolvitur triangulum BAC, innoteſcitque baſis BC, & angulus CBA. Secundò cognoſcuntur omnia latera trianguli FBC, dabitur ergo angulus F B C, quo ſubtracto ex A B C cognito; relinquitur FBA. Denique in triangulo FBA datis lateribus AB, BF, & angulo ABF, non latebit baſis AF complementum elevationis poli.

PROPOSITIO XXIV.

Problema.

Decimus modus obſervandæ latitudinis per duas ſtellas, quæ ſimul oriuntur, aut occidunt.

Propoſitiones ſequentes videntur maximi momenti, eò quòd ſtellarum altitudinem non ſupponant. Obſerventur ergo duæ ſtellæ A & B quoad declinationem, & aſcenſionem rectam cognitæ, ſimul oriuntur, aut occidunt, ſubtrahatur minor aſcenſio recta ex majori, relinquetur differentia CD, ſeu angulus AEB. Quare in triangulo AEB, datis lateribus AE, BE una cum angulo AEB innoteſcit EAB. Ideoque in triangulo AEF dato angulo recto F, obliquo EAF, & latere AE innoteſcit elevatio poli EF.



Qui haberet tabulas differentiarum aſcenſionalium poſſet facilè vitare calculum trigonometricum, quærendo in qua latitudine accidat, ut exceſſus differentiæ aſcenſionalis ſtellæ magis declinantis, ſupra differentiam aſcenſionalem minus declinantis, æqualis eſt differentiæ aſcenſionum rectarum. Hoc eſt ſubtrahe ex majore aſcenſione recta minorem. Ut habeas differentiam aſcenſionum rectarum conſule tabulas differentiarum aſcenſionalium, pro latitudine æſtimata, tum ſubtrahe minorem differentiam aſcenſionalem, ex majore, ſi utraque borealis, aut utraque auſtralis eſt, vel eas adde ſi ſint diverſæ ſpeciei, exceſſus, aut ſumma æquales eſſe debent, differentiæ aſcenſionum rectarum.

Potes item adhibere ſtellam Orientem, & alteram Occidentem.

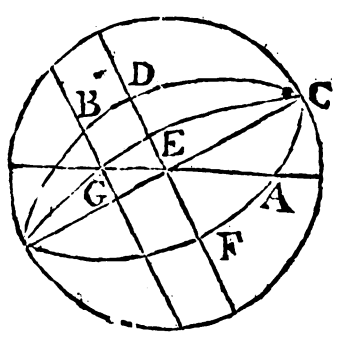
Ut exactior ſit operatio, ſeligendæ non ſunt ſtellæ nimis vicinæ neque diametraliter oppoſitæ, nec Oriens, in uno quadrante, cum Occidente in quadrante oppoſito, eò quòd quilibet vel minimus error augeretur & excreſceret.

PROPOSITIO XXV.

Problema.

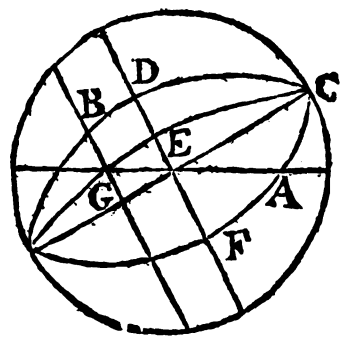
Undecimus modus obſervandæ latitudinis, per ortum, aut occaſum non ſimultaneum duarum ſtellarum.

Cum raro admodum accidat ut duæ ſtellæ, notæ declinationis & aſcenſionis ſimul præciſè oriantur, aut occidant, debemus uti duabus ſtellis quæ ita oriantur, aut occidant, & parvum interjiciatur tempus inter utriuſque ortum, aut occaſum, metiendo tempus interjectum, aut arenario, aut pendulo libero, quale deſcripſimus



ſuprà, aut micationibus arteriæ. Obſervatum enim eſt intra minutum arteriam communiter micare

micare octogesies. Supponamus ergo stellam A occidere, stellâ B adhuc supra horizontem positâ,



numero vibrationes penduli, donec stella B occidat. Supponamus me invenire minuta secunda 500, diviso hoc numero per 4, habebo minuta 125, & hunc numerum dividendo per 60, habeo duos gradus, & 5 min. Arcus igitur BG est duorum graduum & min. 5. igitur punctum G ejusdem paralleli, simul cum stella A occubuit. Assumatur punctum G tanquam esset stella cujus ascensionem rectam habebis, si arcum BC subtrahas ex ascensione recta stellæ B si agitur de occasu, vel addas si de ortu, quia ascensionum rectarum numeratio procedit ab occasu in ortum, quare usurpando stellam A & punctum G *per præcedentem* habebis latitudinem quæsitam.

PROPOSITIO XXVI.

Problema.

Duodecimus modus observandæ latitudinis per tempus interjectum inter ortum, aut occasum unius stellæ, & illud in quo alia stella meridianum attingit.

Vide figuram præcedentem.

Quamvis difficillimum sit determinare præcisè tempus, quo stella meridianum attingit, quia eius elevatio prope meridianum eadem aliquandiu perseverat, possumus tamen aliter quam per altitudinem observare tempus quo meridianum attingit, ea stella quæ in femore Cassiopeiæ sita est, aut in eductione caudæ majoris ursæ. Dum enim perpendiculum has stellas simul cum polari secat, illæ meridianum attingunt, quare gradus æquatoris earum ascensionem rectam indicans in meridiano versatur, gradus item ejusdem æquatoris, 90 gradibus distans in horizonte, reperitur. Sit ille gradus punctum E, numera vibrationes penduli, donec quæcumque stella B multùm remota ab æquatore oriatur, aut occidat, dabiturque arcus BG, cujus ut prius dabitur ascensio recta nempe punctum O. Arcus OE erit differentia ascensionalis, quæ inventa in tabula dabit latitudinem, hoc est data declinatione stellæ, & quærendo sub qua latitudine talis declinatio dat tantam ascensionalem differentiam, habebis latitudinem.

Per trigonometriam. In triangulo GOE fiat ut sinus EO, ad sinum totum; ita tangens GO declinationis stellæ ad tangentem anguli OEG complementi elevationis poli.

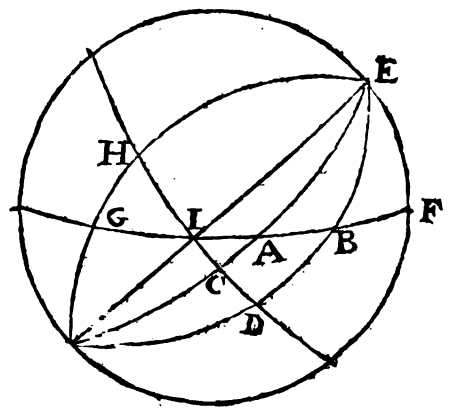
PROPOSITIO XXVII.

Problema.

Decimus tertius modus observandæ latitudinis per differentiam amplitudinum ortivarum duarum stellarum.

Quando duæ stellæ multum ab invicem remotæ eodem ferè tempore occidunt, observa arcum horizontis inter ipsas interceptum: quia autem pixis nautica non videtur instrumentum satis magnum, ad talem observationem peragendam, eum arcum observa, vel cruce geometrica, vel quadrante Anglico, vel alio quovis instrumento paulò majore. Adi exinde tabulam amplitudinum ortivarum, sub latitudine æstimata assumptisque amplitudinibus ortivis, respondentibus declinationi stellarum eas adde si declinationes sint diversæ speciei, vel minorem à majori subtrahe si ejusdem, & relinquetur arcus horizontis inter stellas interceptus, qui si fuerit æqualis observato, latitudo benè æstimata fuit; sin minus alia assumatur.

Trigonometricè idem problema solvitur, nam dato arcu AB, cum arcubus AE, BE complemen-



tis declinationum invenietur angulus E A B.

Et in triangulo AEF, si fiat ut sinus totus, ad sinum anguli EAF, ita sinus lateris AE ad quartum, habebitur sinus lateris EF, seu elevationis poli.

Posset quidem comparari stella quæ oritur, cum stella quæ occidit, si pixis nautica sufficienter exhibere posset gradus horizontis respondentes.

PROPOSITIO XXVIII.

Problema.

Decimus quartus modus observandæ latitudinis per arcum diurnum, aut nocturnum.

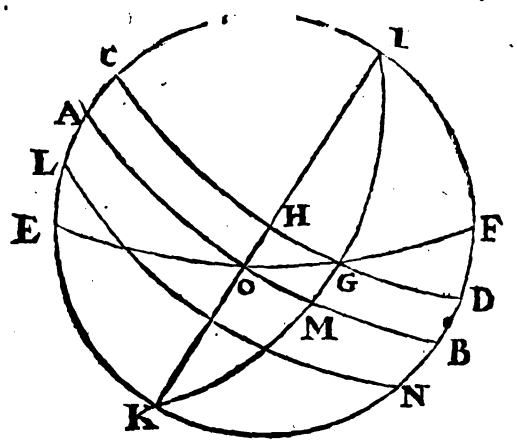
Scientia climatum nobis hanc methodum observandæ latitudinis suppeditat. Observa præcisè durationem diei artificialis, vel si hoc tædiosum videtur, observa arcum diurnum stellæ alicujus ita Australis, ut per duas aut tres tantum horas maneat supra horizontem, aut ita borealis ut totidem sub horizonte lateat. Dum ergo stella occidit versus septentrionem inverte arenarium, iterumque donec eadem oriatur. Ut autem scias partem horæ utere pendulo libero, numerando scilicet ejus vibrationes ab ortu stellæ, donec perfecta sit hora, & minuta his vibrationibus respondentia subtra-

hes

hes ab ea, vel si parum inchoata fuerit poterit inverti arenarium ut pars refluat, & interea numerabuntur vibrationes penduli.

Si haberet horologium automaton pendulo instructum exactius, & facilius tempus illud haberetur; dico ergo per hoc tempus facilè innotescere latitudinem.

Demonstratio. Æquator sit A B,C D parallelus quem Sol aut stella describit, ejus declinatio B D



verbi gratia graduum 60, sitque tempus quo sub horizonte latuit horarum 6, cujus semissis 3 hor. erit G D, quare GH, aut O M erit pariter trium horarum seu graduum 45, G M declinatio nora. Fiat in triangulo GOM,ut OM reliquum sex horarum ablato semiarcu nocturno, ad sinum totum, ita tangens declinationis GM ad tangentem arcus BF complementi elevationis poli.

PROPOSITIO XXIX.

Problema.

Decimus quintus modus observandæ quocumque tempore latitudinis, per hemisphærium nauticum.

Quamvis tradiderim multas praxes, ad observandam quocumque tempore latitudinem,cum tamen acceperim methodum communem sæpe usurpari non posse ob nubes in zona torrida, & cum pleræque praxes trigonometricæ nauclerorum captum ut plurimum superent, alias licet non ita præcisas proponendas censui. Si enim verum sit, ut audivi sæpe per plures hebdomadas altitudinem Solis meridianam observari non potuisse, aliqua praxis observandæ latitudinis, licet non usque adeo præcisa, aliquid commodi attulisset.

Nonnulli usi sunt ad hoc, hemisphærio nautico, ita dicto, eò quòd navigationibus dirigendis accommodatum videatur. Constat autem circulo horizontali, semimeridiano,semiæquatore, qui attolli aut deprimi possit, variisque latitudinibus accommodari, arcus quidam parvus declinationes Solis præferens circumferentiam æquatoris percurrere potest.

Usus hemisphærii nautici facilis est, suspensum enim dirigitur acu magnetica secundùm lineam Nord & Sud,elevaturque aut deprimitur æquator donec radius solaris, per exiguum foramen transmissus incidat in gradum declinationis Solis, tunc æquator indicat latitudinem. Hoc tamen instrumentum nimis compositum est, expensasque requirit, quæ superent opes nauclerorum communium.

In idem fetè recidit pars hemisphærii concavi, mihi ostensa non ita pridem à Domino Blaut Dieppensi, is ipse est qui horologia Azimutalia solet describere. Descripserat in segmento globi concavi æquatorem, & hinc inde viginti tres parallelos, seu circulos declinationum Solis. Hoc hemisphærii concavi segmentum in circulo horizontali ita collocat ut attolli, & deprimi possit secundum latitudinem regionis: ei item infigit stylum cujus extremitas centrum hemisphærii præcisè occupet.

Usus facilis est, nam æquilibratur horizon, & acu magnetica accommodatur lineæ meridianæ, tum attollitur, aut deprimitur hemisphærium donec umbra extremitatis styli, in circuli declinationis incidat. In tali situ instrumentum latitudinem indicabit. Videtur tamen non esse satis simplex, sed nimis intricatum: nec facilè parabile.

PROPOSITIO XXX.

Problema.

Decimus sextus modus observandæ latitudinis, per horologium polare, aut meridianum.

Facilius parabitur planum, quam superficies sphærica, circulos ergo cœlestes in aliquo plano describamus omnibus latitudinibus facilè accommodabili. Planum æquinoctiale videretur satis aptum, sed circa æquinoctia cum obliquè illuminetur, vix illi paralleli inscribi possent.

Unus ex Patribus nostris non ita pridem redux ex Cayana insula horologio polari non inutiliter usus est.

Habeantur duo asseres uno pede cum dimidio, aut duobus pedibus longi,convenienterq; lati, qui ad angulos rectos cũjungantur,& super altero media pars horologii polaris,describatur nempe à meridie ad horam quartam vespertinã,altero asserculo vices styli obeunte,additâ tamen laminâ æreâ perforatâ. Horologium autem polare præter lineam æquinoctialem descriptos habeat hinc inde 23 parallelos, seu circulos declinationum, per singulos gradus. In secundo asserculo describatur quadrans circuli divisus in gradus, immò etiam in minuta, sed loco perpendiculi, addatur regula ærea, addito infra pondere gravi.

Methodus describendi talis horologii ex Gnomonica repetatur.

Usus facilis erit. Dirigatur hoc instrumentum, ita ut limbus eius inferior congruat cum linea Est & Oüest, pixidis nauticæ correctæ,sitque ità æquilibratus ut cum limbo maris congruat, inclinetur tamen totum planum, ita ut radius solaris per laminæ foramen trajectus, incidat in parallelum declinationis solis pro eo die, tunc regula pensilis insistet gradui latitudinis, eumque in quadrantis circumferentia indicabit.

Sed ulterius progrediamur, & aliquid adhuc simplicius proponamus. Habeatur asserculus duos pedes longus, & convenienter latus, in quo infiges stylum longum unum pedem cum dimidio, cujus extremitas erit lamina perforata, per pedem styli ducatur linea æquinoctialis, & hinc inde 23 circuli declinationum per singulos scilicet gradus. Describatur in eodem plano magnus quadrans circuli, in gradus, & in minuta divisus, in cujus centro regula ærea pensilis, & pondere gravis af-

figatur. Inſcribentur item in hoc plano lineæ horariæ à quinta matutina uſque ad decimam, quæ horæ mutatis characteribus, utiles erunt à ſecunda pomeridiana ad ſeptimam.

Uſus talis erit. Hoc planum verticaliter teneatur ſupra lineam Nord & Sud pixidis nauticæ correctæ: tum ita limbus ejus ſuperior attollatur verſus polum, ut radius ſolaris per laminæ foramen trajectus incidat in parallelum declinationis ſolaris pro eo die, quem nempe tabula declinationum exhibet, regulâ æreâ in circumferentia quadrantis.

PROPOSITIO XXXI.

Problema.

Decimus ſeptimus modus obſervandæ latitudinis per Aſtrolabium.

Deſcribatur in charta, aut in plano quocumque magnus ſemicirculus cujus ſemidiameter ſit unius pedis cum dimidio, aut etiam duorum, ejuſque circumferentia in gradus diviſa, ducantur lineæ parallelæ diametro ſemicirculi, hæ repræſentabunt circulos almicantarath, ſeu elevationum ſolis.

Ducantur item ex ſingulis gradibus lineæ occultæ ad diametrum perpendiculares quæ ipſam in gradus dividant, & per ſingulos ſaltem quinos, deſcribantur quadrantes Ellypſeon, quæ repreſentabunt circulos verticales. Hæc deſcriptio habetur in tractatu aſtrolabiorum.

Obſerva duas ejuſdem ſyderis notæ declinationis elevationes, ambas antemeridianas aut ambas pomeridianas, ſitque tempus inter utramque interjectum duarum circiter horarum. Obſerva item gradum pixidis nauticæ cui aſtrum reſpondet in ſingulis obſervationibus, numera in ſemicirculo primam elevationem verbi gratiâ quindecim graduum, decima quinta linea diametro parallela, erit ea in qua erat aſtrum tempore primæ obſervationis. Supponamus tunc reſpondere 20 verticali, numeratis à puncto veri ortus 20 gradibus in diametro, incipiendo à centro, punctum in quo quadrans Ellypſis per hunc gradum tranſiens interſecat circulum almicantarath eſt locus aſtri pro tunc. Eodem modo invenies locum aſtri tempore ſecundæ obſervationis. Hæc duo puncta conjunge lineâ rectâ, quæ erit parallelus aſtri, qui ſi benè operatus es diſtabit à centro, prout exigit declinatio ſolis. Nempe ſume ſinum arcus declinationis aſtri, & eo intervallo deſcribe circulum, hunc tangere debet parallelus aſtri. Si verò non tangit, promove locum ſolis in utroque almicantarath æqualiter, & hoc toties, donec parallelus aſtri circellum deſcriptum attingat. Linea per centrum ducta huic parallelo aſtri æquidiſtans erit æquator, cujus in circumferentia circuli, notabitur diſtantia à vertice.

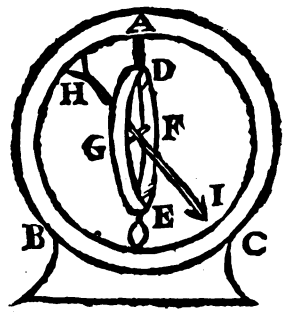
Secundò pixis tantum declinat quantum promota ſunt loca ſolis in ſuis almicantarath, ſed praxis hæc melius docebit.

PROPOSITIO XXXII.

Problema.

Decimus octavus modus obſervandæ latitudinis acu magnetica.

Hanc praxin animi tantum gratia propono, non quod inde aliquid certi concludere liceat.



Fiat acus chalybea 6 digitis longa, duobuſque cardinibus F & G exactè ſuſpēſa, quæ ſtet in æquilibrio antequam magneticè excitetur, ubi magnetem tetigerit extremitas quæ ad boream vergit, in toto hemiſphærio boreali, deorſum inclinabitur, oſtendetque in quadrante in ſuos gradus diviſo, quantitatem inclinationis ſuæ, ſi tamen planum BHI cum meridiano congruat.

Hic angulus inclinationis non eſt æqualis elevationi poli, ex eo tamen liceret eam concludere, ſi hujus inclinationis certa regula aſſignaretur.

Gilbertus Londini cujus latitudo eſt grad. 50, invenit inclinationem magnetis gr. 71. 4.

Cabæus in latit. 45 inclinationem 54.

Kircherius Romæ in latit. 42, inclinationem 65. 50.

Melitæ in latit. 35. inclinationem 59. 15.

Experti ſunt Noſtri in navigatione Goana, inclinationem magnetis ſatis bene reſpondere experientiis Cabæi, in Auſtrali non item atque adeò crediderim tabulam Patris Cabæi exactiorem eſſe.

Tabula

Digitized by Google

Tabula inclinationis magnetis.

Elevatio poli	Inclinatio ex Cabæo.		Inclinatio ex P. Grandami.		Inclinatio ex Theoria Kircheri.	
Gr.	Gr.	min.	Gr.	mi.	Gr.	min.
0	0.	0	0.	0	0.	0
5	11.	0	21.	10	10.	51
10	20.	35	35.	0	20.	49
15	30.	25	44.	0	29.	55
20	37.	35	51.	0	38.	12
25	44.	55	56.	0	45.	43
30	51.	8	60.	0	52.	31
35	57.	20	63.	0	58.	39
40	62.	45	66.	0	64.	10
45	67.	5	69.	0	69.	6
50	71.	40	72.	0	73.	28
55	76.	0	74.	30	77.	17
60	78.	30	77.	0	80.	34
65	81.	30	79.	30	83.	20
70	84.	0	82.	0	85.	38
75	86.	30	84.	0	87.	25
80	88.	5	86.	0	88.	42
85	89.	0	88.	0	89.	34

Ad conſtruendam tabulam exactiſſimam opus eſſet pluribus experientiis & obſervationibus, in pluribus ſcilicet locis. Poteſt item conſtitui magnes ſphæricus in medio alicujus menſæ, deſcriptoque circa illum magno circulo transferri quadrans circuli ad diverſos hujus circuli gradus. Propono tres tabulas valdè diverſas, quæ ſatis evincunt nihil certi in hac materia hactenus conſtitutum eſſe vitio obſervationum; Cum enim acus rubiginem contrahunt alteratur earum æquilibrium. Hæc tamen praxis ſi exacta foret multum navigationem promoveret.

PROPOSITIO XXXIII.

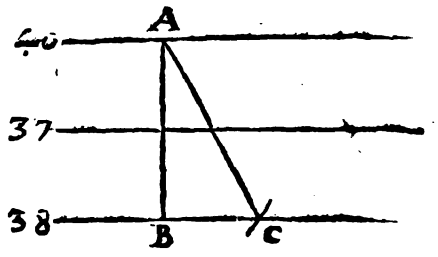
Problema.

Correctio æſtimationis in ſimplici curſu.

Ea quæ hactenus circa latitudinem obſervandam tradidimus, eo tantum fine prolata ſunt, ut æſtimationem noſtram corrigeremus, ſi fortè ut plerumque accidit erraremus. Problemata enim Libris præcedentibus propoſita, docent quidem modum determinandi loci, ad quem pervenit navis; quia tamen principia quibus innituntur praxes noſtræ non ſunt infallibilia, nempe æſtimatio itineris in qua proclive eſt errare, & Rombus qui alius eſſe poteſt, ac qui à pixide nautica indicatur, tam propter declinationem magnetis, quam propter æſtuaria, & currentes, ſola reſtat latitudo, quæ errores noſtros detegat. Hæc correctio facilior eſt in ſimplici curſu, quam in compoſito.

Quare quid agendum ſit in hac propoſitione aperio quando latitudo obſervata, diſcrepat ab æſtimata, ſeu ab ea, quam vi æſtimationis, & rombi nos adeptos credidimus.

1 Regula. Si navigatio fuit per Nord, aut Sud, & obſervatio latitudinis diverſum exhibet parallelum ab æſtimato. Transferendus eſt locus ad quem pervenit navis in parallelum obſervatum, ſervato eodem meridiano. Verbi gratia profecta navis ex puncto A parallelo 40, proceſſerit per Sud, æſtimatio erat milliariorum 145, ſeu gr. 2, & min. 25, & nihilominus facta obſervatione, deprehendo tantum latitudinem graduum 38, relicta æſtimatione mea punctum transfero in parallelum 38, & in eodem meridiano.

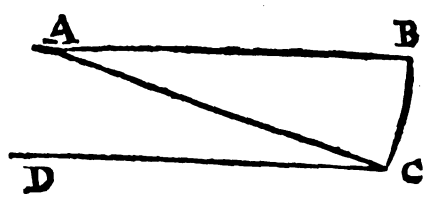


2. Regula. Si in navigatione Nord & Sud, obſervatur minor mutatio latitudinis, quam ferat iter decurſum, latet error in rumbo, non ab æſtuariis ut cenſuit Snellius, quia error ex currentibus iter decurſum non ita auget, ut appareat, ſed ex non obſervata declinatione magnetis. Quare ſi ab aliquibus circunſtantiis innoteſceret in quam partem declinaverit pixis, habenda eſſet ratio itineris confecti, quod intra cuſpides circini aſſumptum, deſcribendus eſſet eo intervallo arcus, ex puncto A ut centro qui ſecet parallelum obſervatum, punctum

ctum intersectionis esset locus quæsitus. Posset haberi idem punctum per supputationes arithmeticas aut quadratum reductionis. Si verò judicare non possit in quam partem declinaverit pixis, punctum in eodem meridiano collocetur.

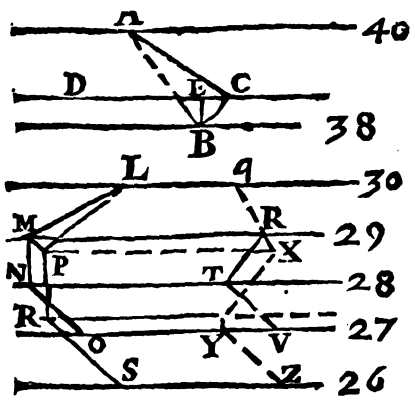
3. Regula. In navigatione Est & Oüest, si observatio latitudinis eundem parallelum exhibet, nullus datur correctioni locus, atque adeo si ab æstuario majorem aut minorem celeritatem habuerit navis, dignosci non poterit. Ita navis quæ insulam Sanctæ Helenæ in sexto parallelo Australi ex America petebat, post multorum dierum navigationem apparenter prosperam regressa esse deprehensa est. Ideoque dum aliquid simile timetur peritiores nautæ alium potius rumbum seligunt, ut ex mutatione latitudinis errores suos detegant.

4 Regula. In navigatione Est & Oüest, observatio latitudinis ostēdit alium parallelum. Servanda est itineris quantitas æstimata, & ea milliaria reducere in gradus longitudinis, secundum mutationem latitudinis. Ut si navis profecta sit ex puncto A per parallelum AB, si observatio indicat parallelum DC, servata eadem itineris quantitate, ita ut AB æqualis sit AC, punctum constituetur in C.



5. Regula. Si navigatum fuerit per rombum inclinatum, latitudo observata differt ab æstimata, fuit error aut in æstimatione itineris, aut in rumbo. Si certior es de quantitate itineris, quam de rumbo, eò quòd declinationem magnetis non observasti, retinenda est itineris quantitas, & mutandus rombus.

Solvat navis ex A in 40 parallelo, feraturque per rumbum AC 200 milliaria, ita ut secundum



æstimationem deberet esse in puncto C paralleli gr. 37. & min. 49. Sed observata latitudine inveniuntur gradus 38, retineantur eadem milliaria. Hoc est si milliaria intra cuspides circini assumpta transferas in AB; hoc est describas ex puncto A ut centro, eo intervallo, qui secet parallelo observatum gr. 38. in B, erit B locus navigii.

E contra si certior es de rumbo, quàm de quantitate itineris, retinendus est rumbus, & mutanda itineris quantitas. Ut si navigatio esset per rumbum AB, æstimatio addicit parallelum DC, & observatio parallelum 38. Producatur rombus donec secet parallelum 38.

Denique si æquè dubius est Rombus, ac quantitas itineris, media via incunda est. Verbi gratia si navigatio instituta est per AB, ita æstimatio exhibeat punctum B, sed observatio & parallelum DC, potest retenta eadem longitudine transferri punctum in E, vel etiam inter E & C.

PROPOSITIO XXXIV.

Problema.

Correctio cursûs compositi.

Vide figuram præcedentem.

Cursum compositum eum vocamus, quo per plures rombos ante ullam correctionem navigamus. Cogimur autem pluribus rombis insistere, quoties promontorium superandum est, quoties venti sunt contrarii. Notandum autem est omnes rombos boreales in hemisphærio boreali augere latitudinem, Australes minuere, Est augere longitudinem, Oüest eandem minuere.

1. Regula in cursu composito, ex diversis rumbis quorum aliqui ad Austrum alii ad boream ferant. Si latitudo observata differt ab æstimata, retenta eadem longitudine, transfertur punctum in parallelum laitudinis observatæ. Ut si profectus ex puncto Q æstimes te esse in V in latitudine graduum 27, & observatio inveniat tantum 26, punctum constituatur in Z, retenta eadem longitudine.

2. Regula. Si omnes rumbi in eandem partem ferant, hoc est si omnes boreales sint, aut omnes australes, possunt omnes corrigi distribuendo singulis differentiam quæ est inter observatam & æstimatam latitudinem. Solvat verbi gratia navis ex puncto L trigesimi paralleli per rumbos L M, M N, N O, sitque punctum æstimatum in O paralleli 27, & observata latitudo fuerit 27, differentia est unius gradus, quæ dividenda erit singulis, prout æstimatam in singulis variatione latitudinis. Mutatio latitudinis æstimata erat trium graduum, invenitur tamen 4; quare si in primo rumbo æstimatio latitudinem uno gradu variabat, debebit correctio inferre in primo cursu unum gradum cum 20 minutis, & retento eodem itinere muto rombum, & constituo punctum P. Idem præsto in reliquis, supposito quod quantitas itineris sit certior rumbo.

Denique si rumbi certiores essent itinere, retentis iisdem rumbis iter augendum esset, ut si quis profectus esset ex puncto q, produceret primum cursus usque in X, & hoc secundum proportionem æstimati itineris in singulis.

PROPOSITIO XXXV.

Problema.

Quanti momenti foret observatio longitudinis.

Ad summum apicem evecta esset ars navigandi, si methodum certam haberemus observandæ longitudinis, aut meridiani ad quem devenimus, eodem modo ac latitudinem observamus. Nullam ferè

Digitized by Google

vigatione,

bum AB, æstimatio addicit parallelum DC, & observatio parallelum 38. Producatur rombus donec secet parallelum 38.

Denique si æquè dubius est Rombus, ac quantitas itineris, media via ineunda est. Verbi gratia si navigatio instituta est per AB, ita æstimatio exhibeat punctum B, sed observatio & parallelum DC, potest retenta eadem longitudine transferri punctum in E, vel etiam inter E & C.

PROPOSITIO XXXIV.

Problema.

Correctio cursûs compositi.

Vide figuram præcedentem.

Cursum compositum eum vocamus, qu per plures rombos ante ullam correctionem sumimus. Cogimur autem pluribus rombis inire, quoties promontorium superandum est, quorum venti sunt contrarii. Notandum autem est omnes rombos boreales in hemisphærio boreali augere latitudinem, Australes minuere, Est augere longitudinem, Oüest eandem minuere.

1. Regula in cursu composito, ex diversis rombis quorum aliqui ad Austrum alii ad boream ferant. Si latitudo observata differt ab æstimata, retenta eadem longitudine, transfertur punctum in parallelum latitudinis observatæ. Ut si profectus ex puncto Q æstimes te esse in V in latitudine graduum 27, & observatio inveniat tantum 26, punctum constituatur in Z, retenta eadem longitudine.

2. *Regula. Si omnes rombi in eandem partem ferant, hoc est si omnes boreales sint, aut omnes australes, possunt omnes corrigi distribuendo singulis differentiam quæ est inter observatam & æstimatam latitudinem.* Solvat verbi gratia navis ex puncto L trigesimi paralleli per rombos LM, MN, NO, sitque punctum æstimatum in O parallelo 27, & observata latitudo fuerit 27, differentia est unius gradus, quæ dividenda erit singulis, prout æstimatam in singulis variatione latitudinis. Mutatio latitudinis æstimata erat trium graduum, invenitur tamen 4; quare si in primo rombo æstimatio latitudinem uno gradu variabat, debebit correctio inferre in primo cursu unum gradum cum 20 minutis, & retento eodem itinere muto rombum, & constituo punctum P. Idem præsto in reliquis, supposito quod quantitas itineris sit certior rombo.

Denique si rombi certiores essent itinere, retentis iisdem rombis iter arguendum esset, ut si quis profectus esset ex puncto q, produceret primum cursus usque in X, & hoc secundum proportionem æstimati itineris in singulis.

PROPOSITIO XXXV.

Problema.

Quanto momento foret observatio longitudinis.

d summum apicem evecta esset ars navigandi, rhodum certam haberemus *observandæ longi*dinis, aut meridiani ad *quem deveniremus*, eomodo ac latitudinem *observamus*. Nullam ferè

ferè itineris peracti, aut rumbi rationem haberemus; aut saltem in tabulas referre non esset necesse, saltem cursus nostros perfectè corrigeremus, certóque locum ad quem pervenisset navis in mappa exhiberemus. Conjungendo enim observationes longitudinis, & latitudinis, hoc est cognita longitudine, & latitudine loci ad quem pervenimus, nullus esset amplius ambigendi locus. Supponamus enim me observasse latitudinem borealem graduum 30, certum est me versari in parallelo trigesimo boreali. Supponamus observari posse longitudinem, seu quantum meridianus meus distet à primo, intersectio illius meridiani, & paralleli erit locus qui quæritur.

Difficultas ex eo petitur quod cœlum ab ortu ad occasum spectatum illum habeat punctum fixum, quod sit quasi basis observationum, ut polus immobilitate sua, reddit latitudinem facilem observatu. Atque illud post celebre problema cujus solutio tantopere à nautis expetitur, cui solvendo tot Mathematici his duobus sæculis incubuerunt. Tanti autem æstimatur hujus quæstionis solutio ut Hollandi præmium quinquaginta millia Francorum ei constituerint, qui problema solverit.

PROPOSITIO XXXVI.

Problema.

Varii modi observandæ longitudinis.

Astronomi differentiam longitudinum, seu distantiam unius meridiani ab alio per Eclypses investigant. Ut si duo Astronomi observent quâ horâ incipiat eclypsis Lunæ in duobus locis, horarum differentia in gradus redacta exibebit distantiam meridianorum, ut si unus eam observet horâ primâ post mediam noctem, & alter horâ secundâ, meridianorum distantia erit unius horæ seu grad. 15.

Pariter si supputata fuerit Eclypsis pro uno meridiano, eamque observes in alio, differentia inter horam supputatam, & observatam in gradus & minuta dat distantiam meridianorum.

Hæc tamen methodus in ordine ad navigationem est inutilis, primò quia rarò admodum accidunt Eclypses, secundò quia calculus noster astronomicus sufficientem non habet præcisionem.

Ita unus ex Patribus nostris longitudinem aliquando observavit. Habebat Ephemerides in quibus habuit horam plenilunii pro aliquo meridiano; Ponamus exempli causa pro meridiano Parisiensi, certum est autem quod die Plenilunii Sole occidente Luna oritur. Cum ergo primum Sol horizontem subiit, cœpit numerare micationes arteriæ tribuendo singulis minutis octoginta, habuit ergo tempus interjectum inter Solis occasum, & ortum Lunæ, ponamus esse 6 minuta, nempe unum gradum cum dimidio, singulis autem horis conficit supra Solem dimidium gradum; igitur jam à tribus horis fuerat plenilunium. Poterat autem scire qua hora sol occideret; ponamus fuisse horam septimam vespertinam, igitur fuerat plenilunium horâ quartâ pomeridianâ; ponamus fuisse notatum in Ephemeridibus pro hora octava vespertina. Igitur hora octava Parisiensis fuit quarta pomeridiano illius loci ad quem pervenerat navis, igitur erit meridianus ille occidentalior Parisiensi quatuor horis. Accidit autem ut Pater ille defecerit à vero tantum uno gradu, nempe eundem ferè meridianum nactus est, quem ferebat æstimatio naucleri.

Secunda methodus Lunam etiam adhibet, nempe procedit per ejus recessum ab aliqua stella. Supponamus verbi gratia per calculum Astronomicum me cognoscere Lunam per aliquem meridianum transeuntem decem gradibus ab stella determinata verbi gratia ab oculo Tauri recessisse, dum verò meum meridianum attingit invenio novem tantum graduum distantiam cum Luna singulis diebus à stellis recedat per 15 gradus. Instituo regulâ trium, & dico: Si 15 gradus dant 24 horas, unus gradus dabit ferè duas horas; ergo meridianus in quo versor distat à meridiano versus ortum gradibus 30.

Hæc praxis speculativè loquendo posset legitima videri, sed si observatio mea erraret uno gradu, errorem inveheret 30 graduum. Cum ergo nulla observatio facta in mari haberi possit, quæ non saltem errori plurium minutorum sit obnoxia, huic methodo minus fidere possumus quam æstimationi communi. Adde quod nulla hactenus hypothesis lunaris excogitata sit, quæ sit omnino præcisa. Esset præterea ratio habenda parallaxis, quæ cautiones superant captum nauclerorum.

Vidimus Parisiis anno 1676. aliquem qui putaret se problema longitudinum solvisse. Utebatur autem duarum stellarum, & Lunæ altitudine simultanea; quia tamen suam methodum non aperuit, nec ausus est eam examini subjicere, ideo eam ut illegitimam rejicio.

Satellites Jovis sunt quatuor parvæ stellæ, quæ assiduè circa hunc planetam circumvolvuntur. Prima intra 42 horas suam periodum absolvit, secunda intra tres dies, & tres horas, tertia intra 7 dies, quarta intra sexdecim dies & horas 18. Hæ stellæ sæpe in hujus planetæ umbram incidunt, ita ut singulis ferè noctibus aliqua ex his stellis eclypsin patiatur. Si ergo earum motus ita esset ad calculos astronomicos revocatus, ut liceret hujusmodi eclypses prædicere, pro aliquo meridiano, si in alio quovis meridiano observarentur, differentia horæ observatæ, & tabulatæ meridianorum distantiam exhiberet.

Quia tamen nonnisi longiori telescopio hæ stellulæ videri possunt, hic modus navigationi accommodatus non censetur. Idem judicium esto de macula quæ aliquandiu in Jove apparuit, & quæ intra septem horas suam circulationem absolvebat.

PROPOSITIO XXXVII.

Problema.

Observatio longitudinis per horologia.

Certum est quod si mensuram temporis exactam haberemus, facilè propositum problema solveremus. Nonnulli clepsydram adhibendam censuerunt. Dudleus pleraque praxes nauticas in horologio suo mercuriali constituit; vellet autem ut fluxus mercurii tempus metiretur, quod exemplo Ægyptiorum qui motus cœlestes præcipue verò solis & stellarum, ascensiones rectas clepsydris determinabant, cum meridianum attingerent. Prius frustra usurparat Tycho brache, sed præter expensas non modicas, æquabilis fluxus

Digitized by Google

in mercurio requireretur, nullique mutationi obnoxius.

Alii Arenarium 24 horarum ad id accommodatum esse censuerunt, si præcisum foret, illud enim saltem semel singulis diebus longitudinem exhiberet.

Horologia automata pendulis instructa adhuc aptiora sunt, si ad eam præcisionem adducerentur quæ sperabatur. Quibuscumque tamen cautionibus adhibitis, nempe vel conjungendo duo talia horologia, ita ut eorum pendula filo connectantur, vel addita Cycloide, quæ majores vibrationes decurret, & minoribus adæquet, semper aliqua notatur inæqualitas, orta nempe ex varia aëris temperie. Ita pendulum ad Cayanam in quarto latitudinis borealis gradu sitam delatum diem quatuor minutis breviorem quam Parisiis efficit.

Nonnulli existimarunt pendula reddi innutilia in mari, ob navis agitationem, quæ eorum vibrationes interrumperet, propterea que aptius censuerunt horologium elaterio vice penduli instructum. Res tamen aliter se habet, possunt enim ita suspendi horologia, ut nihil à motu navigii patiantur. Affigitur enim tabulato superiori globus chalybeus lævigatus & oleo inunctus, quem segmentum sphæræ concavum paulò maius hemisphærio complectitur. Huic autem segmento capsa longior horologii & ponderum capax & pondere centum librarum ima parte gravis annectitur.

Usus autem hujus penduli talis est. Supposita ejus duratione præcisa, ita ut ab uno meridie, ad alium meridiem 24 horas decurrat, aut saltem ejus duratio nota sit, antequam è portu solvamus horæ solari insistat, ita ut supposita ejus præcisione, & quod à mari agitatione nihil omnino patiatur sèperhoram indicabit, accommodatam meridiano illius loci è quo solvimus. Quando ergo longitudo erit cognoscenda, observetur quæcumque altitudo solis antemeridiana, & eodem tempore quænam hora à pendulo indicetur, ponamus indicari horam primam pomeridianam. Observa pluries solis elevationem, donec aliqua occurrat antemeridianæ æqualis, & eodem tempore notetur hora ab horologio indicata, quæ sit quarta vespertina. Divide bifariam intervallum inter horam primam & horam quartam vespertinam, habebisque horam secundam cum dimidia; quare concludes esse meridiem eo in loco, in quo versaris, dum est hora secunda cum dimidia in meridiano è quo profectus est. Duæ autem horæ cum dimidia efficiunt gradus 37 cum dimidio. Quare meridianus tuus distat totidem gradibus à meridiano profectionis.

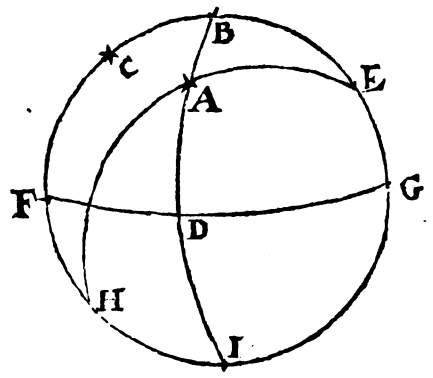
Idem præstare potes dum sol oritur, & occidit, si tamen dies longior fuerit, ratio esset habenda itineris confecti, ad Orientem, aut ad Occidentem.

PROPOSITIO XXXVIII.

Problema.

Data altitudine solis; ejus declinatione & latitudine regionis, invenire horam.

Hæc propositio utilis est ad inveniendam longitudinem, utendo arenario horarum 24. Cum igitur horologium fluxerit, sciam horam pro meridiano è quo solvi, restat cognoscenda hora pro eo meridiano in quo versor, nec horologia scioterica immo nec Astrolabia satis exacta videtur, quare videtur trigonometricè procedendum esse. Suppono autem dari latitudinem loci ad quem pervenimus, dari item ex tabulis declinationem solis, & observari altitudinem solis; ex his tribus horam eliciemus.



Demonstratio. Sit BE meridianus, B Zenith; E polus; AD altitudo solis observata, AB ejus complementum, BE complementum elevationis poli datum; AE distantia solis à polo, seu complementum ejus declinationis. Quare in triangulo ABE cognoscuntur, quare per praxes trigonometricas cognoscetur angulus AEB, seu distantia solis à meridiano.

De nocte potest hæc praxis indicare circulum horarium in quo stella invenitur, & addendo, aut subtrahendo ejus ascensionem rectam ab ascensione recta solis, invenies horam solarem.

PROPOSITIO XXXIX.

Thorema.

Aliquæ notationes circa horas.

Quamvis haberemus arenarium præcisè 24 horarum, vel automatum pendulo instructum, essent tamen circa horas nonnullæ cautiones adhibendæ. Hæc enim horologia dies naturales æquales efficerent, cum revera æquales non sint. Cum enim sol motu proprio ad Orientem singulis horis recedat, dies naturalis 24 horarum continet unam revolutionem cœlestem, & partem æquatoris respondentem illi arcui quem sol eo die in Eclyptica decurrit.

Sol autem non movetur singulis diebus æqualiter, saltem respectu telluris. Eius item motus non est similiter ad meridianum inclinatus; quare hæ duæ irregularitates dies inæquales reddunt; atque adeo ab Astronomis dies & horæ mediæ, & dies apparentes distinguntur: cum igitur motus omnes cœlestes ad regulã uniformẽ exigere debemus; tabulas Astronomicas medio motui affigimus. Igitur arenarium, aut pendulum, non ad horam communem, & apparentem loci profectionis accommodandum erit, sed ad horam mediam, pariterque hora apparens per observationem inventa ad mediam reducenda erit, quæ omnia ope tabulæ effici facilè possunt, iis tamen diutius non immoror, tabulamque, quasi inutilem missam facio, donec occurrant horologia magis præcisa.

DE

Digitized by Google

DE NAVIGATIONE

LIBER SEPTIMVS.

Variæ praxes nautis perutiles, & de æstu maris.

VT nihil omittam, quod ad navigationem ritè instituendam conferat, doceo in hoc libro methodum conficiendi diarii. Secundò, ichnographiam portus, littoris, & oræ maritimæ integræ describo. Tertiò, detego errores qui ab æstuariis tam regularibus, & periodicis quam à fortuitis oriuntur. Quartò, doctrinam æstus maris propono.

PROPOSITIO I.

Problema.

De Notis horariis.

Ut rectè instituatur navigatio, non debent nauclerí suæ memoriæ fidere, ideoque non satis percipio quo pacto, is qui scribere nescit cursum navis dirigendum suscipiat; certum tamen est quod multi naucleri Massilienses nec scribere, nec legere sciunt, ex quo fit ut tam frequentia audiantur naufragia, erroresque fœdissimi. Certum igitur sit nauclerum quemlibet dum vices suas obit, debere multa notare, quæ deinde ad præcipuum nauclerum, aut ad navarchum referat.

Vidi usurpatum, in navi Anglica, in qua navigavi Constantinopoli Liburnum, ut tabula nigra in varia quadratula divisa prostaret, in qua nempe à nauclero in singulas horas, aut etiam semihoras, variæ navigationis circumstantiæ inscribebantur. Cum autem nox quælibet, & dies in tres vigilias dividantur, 6 hujusmodi tabulæ essent necessariæ, divisæ in octo columnas, in quibus infra scripta notari possent.

Semihoræ.	Milliaria.	Rumbus.	Valor rumbi.	Ventus.	Intensio venti.	Latitudo observata.	Declinatio pixidis.
1	3	N N E	N N E	S S O Posticus.	Mediocris.	45. 10.	4. 30 *Est.*
2	2 1/2	N N E	N 1/4 N E	S.	Debilior.		
3	3 1/2	N 1/4 N E	Idem.	S.	Intensus.		
	4	N 1/4 N E	N.	S S E	Intensior.		

In prima columna notantur semihoræ. In secunda milliaria decursa. In tertia rumbus ad quem directa est prora, In quarta valor rumbi ratione habita æstus maris, declinationis, aut deviationis *derive* quando ventus est quadrantalis, aut bolineus. Existimavi autem hanc deviationem facilè observabilem esse, ex vestigio in superficie maris relicto.

Ex collatione harum notarum horariarum singulis saltem diebus determinatur locus navigii, præcipuusque nauclerus diarium componit, quod post reditum rei maritimæ Præfectis traditur, ut moris est apud multos, ex quibus deinde mappæ hydrographicæ coalescunt.

PROPOSITIO II.

Problema.

De diario.

In diarium referuntur ea ferè omnia, quæ in notis horariis habentur; nisi quod milliaria per eundem

eumdem rombum decurſa in unam ſummam colligantur. Debet addi in fine locus ad quem pervenit navis, non tantum æſtimatus; ſed etiam per obſervationem latitudinis correctus. Nonnulli Arithmeticam ſupputationem apponunt, quod tamen minimè neceſſarium exiſtimo, ut igitur melius in exemplo totâ praxis innoteſcat.

IN NOMINE DEI.

Die 26. Ian. anni 1676.

Solvimus è Portu Dieppenſi, ut Deo juvante navigationem inſtitueremus ad Inſulas Americæ, in navi cui nomen Spes, pertinente ad Societarios Indiarum Occidentalium, cujus navis poſt Deum Navarchus eſt N. Locumtenens, N. Primus Nauclerus. Deus nos conducat, Amen.

In vadoſa maris ora anchoras jecimus ad 14 exapedas, ibique conſtitimus ad expectandum ventum propitium, operiendoſque mercatores, & vectores, uſque ad primam Februarii.

Venti.	Illuceſcente die prima Februaria vela fecimus, proramque direximus ad O $\frac{1}{4}$ S, O, uſque ad 10 horam ſequentis diei. Hic rombus propter æſtum & deviationem fuit O S O. Cum ventus eſſet Eſt, confecimuſque ſecundum æſtimationem milliaria 51, ſeu leucas 17.	*Rombi milliaria.* O S O.	51
Eſt. Mediocris.	2. Die cum ventus mutatus fuiſſet hora 10 in Noroüeſt, ei ceſſimus, noſque in oram *De Hoc* nos recepimus, non longe à Gratiæ Portu *Havre de Grace*, proptereaque proram direximus per S E, confecimuſque 10 leucas, ſeu 30 milliaria, illucque pervenimus hora quinta veſpertina, ubi uſque ad 12 perſtitimus.	S E.	30
Eſt. Bolin. violentus.	Die 12 Februaria hora 7 matutina, nos ad iter accinximus *appareillé* ex ora *de Hoc* ut iter noſtrum proſequeremur, proramque direximus ad Noroüeſt, expandimuſque Carcheſiorum vela. Sed propter æſtum & deviationem hic curſus verè fuit N O $\frac{1}{4}$ O, confecimus milliaria 36.	N O $\frac{1}{4}$ O.	36
	Eodem die vento eodem ſpirante proram direximus ad N O uſque ad horam 11 veſpertinam. Hic curſus fuit ONO, perfecimuſque milliaria 45.	O N O.	45
N E. Debiles.	Ab undecima hora veſpertina ad 7 matutinam diei ſequentis 13 habuimus proram ad O N O, ſed deviavit in O $\frac{1}{4}$ N O fecimuſque milliaria 21.	O $\frac{1}{4}$ N O.	21
Venti.	Cum vidiſſemus duos Anglicos Mioparones, qui ad nos veniebant proram in contrarias partes direximus hoc eſt ad S E $\frac{1}{4}$ E admixtis irruptionibus *prenant des lancées* verſus Eſt Sudeſt, ut nempe rombus eſſet S $\frac{1}{4}$ E ut nempe nos ſub arce Cherebou fecimuſque milliaria 15 ibique conſtitimus uſque ad horam 7 veſpertinam.	S E $\frac{1}{4}$ E. *Rombus milliar.*	15
Eſt. Validus.	Cum ventus eſſet vehementior quamvis eſſet Eſt per tenebras ſolvimus, proramque direximus ad Nord ſed propter deviationem navigavimus per N N O uſque ad horam quintam matutinam cum dimidia, die 14 deteximuſque Angliam quæ à nobis diſtabat 3 milliaribus verſus Nord, fecimuſque 34 milliaria.	N N O.	34
	Die 14 à 5 & dimidia matutina eodem vento proram direximus ad OSO, uſque ad meridiem diei ſequentis, fecimuſque milliaria 144, diſtabamuſque à promontorio Leſard per S $\frac{1}{4}$ S E milliaribus 12, ex quo rurſus meam navigationem incipio. Eſt autem promontorium Leſard in latitudine boreali grad. 50, & in 13 longitudinis, quare inquirendo locum navigii eodem modo ac ſi ſolviſſem ex hoc promontorio, confeciſſemque 12 milliaria per S $\frac{1}{4}$ S E, verſor in latit. boreali 49. 48, in longitudine graduum 13.	O S O. S $\frac{1}{4}$ S E.	144 12
Eſt. Pluſquam mediocris.	A meridie diei decimæ quintæ ad meridiem ſequentem proram habuimus ad SO omnibus velis expanſis, proceſſimuſque propter deviationem per OSO. Fecimus 144 milliaria.	O S O.	144
Nord. mediocr.	A meridie 16, diei ad ſequentem meridiem 17, cum ventus eſſet Nord, proram direximus ad SO $\frac{1}{4}$ O, ſed deviavimus per SO fecimuſque milliaria 120.	S O.	120
	Obſervavimus latitudinem, invenimuſque grad. 47. min. 50; quare collatis curſibus correctaque æſtimatione per latitudinem, locum conſtituimus in latit. Nord 47. 50 in longit. grad. 8. min. 9.		
N N O. debilis.	A meridie diei 17 ad noctem proram direximus ad SO, fecimuſque milliaria 30.	S O.	30
Oüeſt.	Vento Oüeſt ſpirante, eo ut bolineo uſui ſumus, dirigendo proram per S $\frac{1}{4}$ S O. Sed deviavimus per Sud, confecimus 51 milliaria.	Sud.	51
N O.	A media nocte uſque ad meridiem diei 18 vento NO proram direximus per S S O ſine deviatione, fecimuſque milliaria 75.	S S O.	75
Lat. obſ. 45 Long. 6. 42	Latitudinem obſervavimus quæ fuit grad. 45, collatiſque curſibus invenimus longitudinem gr. 6. min. 42.		
Eſt.	A meridie 18 ad meridiem 19 vento Eſt, proram direximus ad Oüeſt ſine deviatione, decurrimuſque milliaria 132.	O.	132

A meridie

N E. B. Var. gr. 3. A meridie 19, uſque ad horam 6, matutinam diei ſequentis cum ventus NE ſpiraret proram direximus ad O S O, deviavimus in SO$\frac{1}{4}$O, fecimus milliaria 105. *Romb. milliaria.* SO$\frac{1}{4}$O. 105

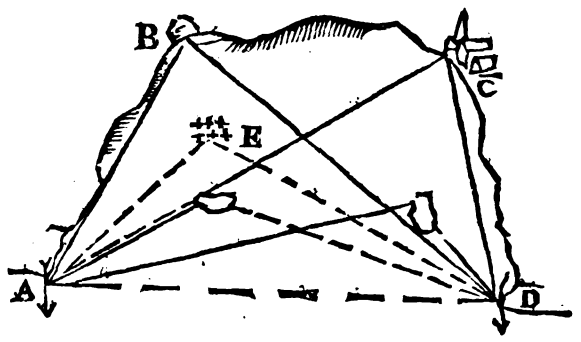
Ab hora ſexta ad meridiem 20, eodem vento proram direximus ad SO, S O. fecimus milliaria 27. Obſervavimus latitudinem grad. 43, min. 55, & collata æſtimatione longit. determinavimus grad. 1. min. 3. 27

Ita perfici poteſt diarium, notando alia quæ occurrent, præcipuè verò circa æſtuaria, tempeſtates & ventos.

PROPOSITIO III.

Problema.

Methodus deſcribendi alicujus littoris.



Solent diligentiores nautæ interea dum navis ſtat in anchoris, omnis circa regionis ſitum, in mappam referre; ex quibus particularibus deſcriptionibus generales componuntur mappæ. Sit ergo deſcribendus ſitus portûs, aut ſinûs ABCD, ſeligantur duo inſigniora loca A & D, quantùm fieri poteſt diſſita, ita tamen ut ab uno ad alium pateat proſpectus. Incipiat à loco A, in quem ſe transferat, cum pixide nautica, cujus præciſam declinationem ſi fieri poteſt exploratam habeat, non tantùm ex relatione, ſed etiam ex proprià obſervatione.

Igitur in puncto A, collocet pixidem nauticam, diligenterque annotet in quos Rhombos cadant inſigniora loca illius littoris, verbi gratiâ punctum B, cadit in Nord Nordeſt, punctum C, in Eſt Nordeſt inſula, in alium Rhombum notandum, transferatur pixis in punctum D, reſpicianturque eadem loca, nempe punctum A, cadet in Oüeſt, punctum B, & ſyrtes E in Oüeſt Nord-Oüeſt, & ita de reliquis.

Tum in charta ponantur ad libitum puncta A & D, factoque in iis circulo ſeligantur in ejus circumferentia puncta ſuperiùs notata, hoc modò quia puncta A & D, cadunt in Eſt Oüeſt ducatur linea AD, quæ reſpectu puncti A erit Eſt, reſpectu puncti D, erit Oüeſt. Ad habēdum in charta punctum B, ducatur per A, linea Nord Nord-Eſt AB. & quia punctum B, reſpectu loci D, cadit in Oüeſt Nordoüeſt, ducatur linea Oüeſt Nordoüeſt, quæ ſit DB, ubi hæc ſecat lineam AB, collocandum erit punctum B, & ita de reliquis punctis. Ut fiat ſcala appoſita metire chordâ aliquâ vel quavis alia methodo, unam ex diſtantiis verbi gratia DC, inveniantur trecenti pedes, fiat linea illi æqualis diviſa in trecentas partes, hæc erit ſcala pedum. In portubus præterea ſolent idem tidem profunditatem aquæ adhibitis cyphtis, notare, item loca in quibus ſtatio optima eſt.

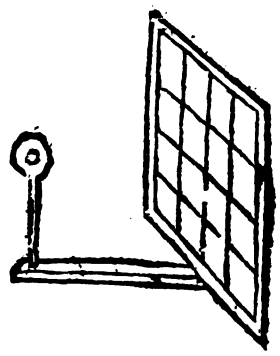
Si talis littoris ſitus nulla adhibita declinationis ratione deſcriptus eſt, dum quis eum ſubiré volet, nullam illius rationem habere debet. Pariter ſi mappæ componantur quæ ſolos Rhumbos, & diſtantias habeant, ſine ulla declinationis Magnetis ratione; dum navigandum erit nulla Magnetis ratio habenda erit; ſi tamen poſſibile eſt mappam hoc modò componere, quæ infinitis erroribus non ſcateat. Poſſumus etiam addere diſtantias ab æſtimatione petitas, debet & notari elevatio poli.

PROPOSITIO IV.

Problema.

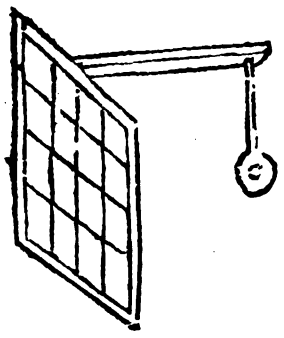
Scenographia littorum, & montium.

In hac propoſitione aliud deſcribendum ſuſcipimus, ac in præcedenti. Volumus enim littus deſcribere, eodem modo, ac ſi ejus tabellam exhiberemus. Hæc deſcriptio utilis eſt ad cognitionem loci, & ſæpe neceſſariâ ad ſubeundum portum i



bonus enim Navarchus, ita littora perſpecta habere debet, ut ex notis, & quaſi characteribus illa

possit agnoscere. Volo igitur has notas, ut sunt rupes, sylvæ, ædificia in charta exarari, quod quidem visu duce præstandum est, ut montium circuitus qualis apparet notetur, in quo certa regula præfigi non potest.



Si res ageretur in loco stabili, possemus cancellos adhibere, quales figura exhibet, nempe ut per pinnulam respiciantur omnia loca prout apparent, ut referantur in quadratum cui respondere videntur. Hæc tamen praxis sicut capsa speculo, & lentibus instructa, in mari locum non habet.

PROPOSITIO V.

Problema.

De errore cursûs navigii propter occultum maris fluxum.

Occultus sæpe maris fluxus naves à verò itinere, & per pixidem nauticam indicato abducit, & ad latera detorquet: hujus rei quam plurima sunt exempla. Novarchus ex Americâ ad Sanctæ Helenæ insulam iter intendens, plenis velis, sub eodem parallelo, cum ex itineris æstimatione insulam esse vicinam crederet, animadvertit ad puppim Americam. Alius prope Guineam, cum bis aut ter per mensem integrum navigasset, in idem Guineæ promontorium delapsus est, cui malo vix occurrere possumus, nisi ex aliorum infortunio cautiores fiamus, nempe ut ex eorum relationibus in catalogum texamus locorum, in quibus frequentiores sunt hujusmodi fluxus.

Oceani pars circa Guineam à Promontorio Viridi, movetur versus curvaturam seu sinum ejusdem Africæ, quam vocant Fernando Poo. Hic motus vehemens est, & naves abducens ab occidente, in orientem: unde navis à littore Mourræ ad Rio de Benin duobus diebus navigat, à Rio de Benin ad littus Mourræ vix intra mensem navigabit, nisi altum mare petat, quod tamen difficile erit. Hic motus est ferè ad Sudest, vix superabilis cum valido vento Nordest. Hic motus unius gradus distantiam à littore occupat; Vitetur igitur littus.

Circa Sumatram mare fluit ab austro versus Septentrionem in sinum Bengalensem.

Idem motus deprehenditur inter Iavam, & terram Magellanicam.

Inter Insulam Madagascar, & Promontorium Bonæ Spei, & littora Africæ, inter hoc promontorium, & terram de Natal, hic motus fertur à Græco seu Nordesto ad Lebesch, seu Sudoestum, & in multis à Nord ad Sud, secundùm littorum extensionem: quare navis quæ versaretur inter Madagascar, & Africam, posset sola maris motione, sine ullis ventis ad Promontorium Bonæ Spei navigare, qui motus deprehenditur in medio Oceano.

In Mari Pacifico ad littora Peruviana mare movetur ab Austro ad boream, ob ventum australem ibi regnantem. In mari à littoribus remoto, non deprehenditur.

In mari Americano à promontorio S. Aug. Brasiliæ ad Insulas Antillas estque fere ab Austro ad Septentrionem.

In ostio freti Manilensis ad Philippinas similis motus deprehenditur, & in Japone à portu Xiburia versus Arimam, qui motus est incitatissimus.

In freto Le Maire fertur Oceanus ab Occidente in Orientem, mare quod inter tropicos positum est, movetur ab Oriente in Occidentem, hic motus maximè se ostendit inter Indiam Orientalem, & Insulam Madagascar, & inter eandem Indiam Orientalem, & Africam.

Secundò in Oceano Pacifico, inter novam Hispaniam, & Sinam, & Moluccas.

Item in Oceano inter Africam & Brasiliam.

In freto Magellanico concitatissimus est motus ab Oriente in occasum per canales inter Maldivas, quamvis dicatur motus ille mutari per 6 menses: ita refert Pirart Gallus, qui in iis insulis naufragium passus, egit per aliquot annos.

In sinum Mexicanum influit mare, magno impetu, præcipuè inter Cubam & Iucatan.

In sinu Pariæ qui dicitur Os draconis vehementissimus est influxus.

Sentitur etiam hic motus prope terram Canadensem.

In mari mediterraneo fluxus ordinarij sunt isti. Oceanus in Mediterraneum influit, legendo littus Barbariæ, ita ut in toto illo tractu mare feratur pene ad Orientem, secundum littorum extensionem post Tunetanum sinum, seu promontorium Bonum descendit in sinum Sidræ, scilicet versus insulam Gerbe, exinde ad Tripolin Barbariæ. Ubi Sidræ sinum subiit rursus ascendit, tum ad Ægyptum fertur: reflectitur deinde ad Septentrionem secundum Syriæ littora, vehementiusque currit, dum Nilus exundat. Inter Cyprum & Caramaniam ad Occidentem incedit, in toto Archipelago non sentitur, nisi ad Hellesponti fauces, currit enim mare ad meridiem sicut, & in Bosphoro. Inter Siciliam & Calabriam, secundum littus Calabriæ fertur mare ad Septentrionem, in Italiæ oris fluxus ad Occidentem tendit, sicut & ad Provinciæ & Hispaniæ littora.

Hunc fluxum Tunni Pisces sequuntur, ex quo fit ut prius ad Barbariæ littora appellant, quam ad Italiæ oras, sintque pinguiores, quos in Sardinico mari piscantur, quam in littore Gallico. In toto tractu inter Sardiniam & Siciliam mare ad meridiem fluit, inter Melitam & Siciliam pariter ad Austrum defertur.

Hi fluxus naves à recto tramite abducunt, remedium est, ut alius seligatur Rhombus in pixide nautica, quam is quem mappa exhibet.

Ita qui ex Cypro, Alexandriam navigant ad sinistram per quartam venti, seu undecim gradibus cum dimidio deflectunt, & exundante Nilo fere duabus quartis, pariter ex Cypro ad Tripolin Syriæ, aut aliquem locum Syriæ, dexteram petat; si enim semel ad sinistram exciderit, difficillimè restituetur.

Ex Cypro Insula ad Sataliam, dexteram teneat, in reditu contrarium observet, qui ex Sardinia, Drepanum navigat sinistram teneat. Qui ex Ga-

lita

Digitized by Google

lita ad Tabarquam iter facit dexteram affectet.

In sinu quem vocant Leonis, id est ad littora Catalauniæ post magistralem, & boream diuturnum, si Lybicus incipiat aquæ magno impetu ad littora feruntur, forsan ut exhaustos lacus repleant: unde abducuntur naves, & sæpe ad littora impingunt.

Periculosus est ille sinus, eò quod profundus non sit, ventique boreales per Rhodani ostia: ubi nulli montes, quasi per exiguum tramitem magno impetu ferantur.

Celebris est Euripus inter Peloponesum,& Euboeam.

Sed hic periodicus esse videtur.

Notandum item est, quoties ventus diuturnus in unam partem spirat, ponamus ad Orientem, fluere mare versus littora ad Occidentem. Ratio est quod cum ventus continuò aquas propellat in plagam Orientalem, ubi illæ ascenderint supra superficiem consuetam, necessariò defluere debent, & cum refluere non possint in medio mari, eò quòd à vento propellantur secundùm littora, in quibus ventorum impetus minor est, regrediuntur. Hoc satis experiuntur minores lembi.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

De fluxu Periodico.

Præter motus maris generales, & constantes, necessarium etiam existimavi recensere motus maris periodicos, qui ut plurimum ab anniversariis ventis oriuntur.

Inconstantissimus omnium Euripus ille est qui inter Negrepontum, & Moream positus est, qui aliquot horis in unam, & aliquot in contrariam fertur, in quem se præcipitem dedisse ferunt Aristotelem.

Secundus inter Calabriam & Siciliam, valdè irregularis inter Sardiniam & Corsicam.

Ad Insulam Javam in freto Calappa mense Maio fluit mare versus Orientem.

Inter Insulam Celebes, & Maduram in Decembri, Januario, Februario mare fluit ad Sudest.

Ad Insulam Ceilam à medio Martio ad Octobrem fluit mare versùs Austrum, reliquis mensibus versùs boream, propter ventos diversos.

Inter Cocinum & Malacam ab Aprili ad Augustum fluit mare versùs Orientem, reliquo tempore versùs Occidentem.

In Maldivis post 25 Februarii; fluit mare versus Orientem, aliquot mensibus.

Ad littora Chinæ, & Camboyæ mensibus Oct. Nov. Dec. fluit mare versus Nordoüest, mense Ian. versus Sudoüest maximo impetu versus pulvinos de Champa.

Ad paulo Cato, usque ad Varella in littore Camboyæ, motus maris fit versus Austrum, sed venti in aliam plagam movent.

In littore sinus Bengalensis à Patana ad Malacæ promontorium Mense Nov. & Dec. incitatus cursus maris est versus Austrum.

A China ad Malaccam mensibus Junio, Julio, Aug. vehemens est maris motus à Paulo Cato ad Paulo Cambir in littore Camboyæ.

De motibus maris generalibus.

PROPOSITIO VII.

Theorema.

De fluxu maris à polis ad æquatorem.

Aristoteles probat mare moveri à Septentrione in Austrum, eò quòd Ponthus Euxinus in propontidem, hæc in Archipelagum influat. Hæc tamen ratio infirma est, nec ex ea quidquam concludere licet; flumina Tanais, Boristenes, & Danubius, quæ in Euxinum influunt hunc aquæ fluxum efficiunt, qui Constantinopoli fluvius videtur. Mare verò mediterraneum secundum littora Africæ, nempè Barbariæ, Barca, & Ægypti fertur ad Orientem, ad Septentrionem secundum oram Syriæ, ad occasum versùs Caramaniam, Italiam, Provinciam & Hispaniam.

Dico tamen Oceanum ferri à polis ad æquatorem, ita ut hic motus fiat sensibilis præcipuè in freto inter Angliam, & Galliam.

Notarunt item nonnulli navigationes quâ proceditur à Nord ad Sud versùs æquatorem cæteris paribus faciliores esse.

Declivitas alvei maris nihil ad hujusmodi fluxum conferre potest, ut malè suspicati sunt nonnulli, cum è contra mare ita profundum sit versùs polum, ut nulla bolide ejus profunditas possit explorari. Scio quidem nonnulla maria non esse profunda, ita Ponthus Euxinus tempestatibus redditur obnoxius, diciturque propterea mare nigrum, quod cum profunditate careat, fluctus ad fundum illiduntur, quod etiam accidit in aliquibus fretis, ut in freto Leonis, *Golphe de Leon* ad oram Catalaunicam, & in freto Messanensi.

Secundò etiam si alveus maris declivis esset, mare tamen quiesceret ubi hæc cavitas plena esset.

Quare assero veram causam hujus æstus esse, quod cum sol verticaliter immineat Zonæ torridæ, multos vapores ex ea educat, qui non in eodem loco recidunt, sed potius versùs polos, ubi minor est calor, in nives, pluvias aliaque hujusmodi mutantur; quare ex polis accurrit aqua, ut locum vaporum occupet, illudque detrimentum reparet. Ex quo fit ut licet tot flumina in mare influant, non redundet tamen, quia sol tantam vaporum copiam educit, quantam flumina subministrant.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

De fluxu maris ab ortu ad occasum.

Prima quæstio quæ moveri potest, est an revera mare feratur ab ortu ad occasum. Certum est facilem esse navigationem à Lusitania ad Brasiliam, & faciliorem ad Mexicum, ubi enim navis prætergressa tropicum, Zonam torridam attigit, prora ad Est directa, ita fœliciter navigatur secundo æstu, & vento constante, ut non sit opus manum velis admovere. Idem contingit in mari pacifico, cum navigetur à Peruvia ad Molucas spatio trium mensium, reditus autem plusquam

6 menſes requirat. Exempla item ſupra relata id facilè efficiunt. Cayana diſtat à Martinica ſolùm 300 leucis., impoſſibile tamen eſt quis recta Martinica Cayanam eat, ſed debet curſum reflectere ad boream, oram Africæ legat, conficiatque pluſquam mile quingentas leucas; poterit tamen Cayana Martinicam directo curſu navigare.

Dico ergo quod ſi ventus Orientalis continuò ſpiret, neceſſariò aquæ in eandem partem ferentur, ita experimur quoties venti Auſtrales ſpirant, mare Mediterraneum verſus littora Europæ excurrere, Rhodani, Vati, Arni, & Tiberis fluxum cohibere.

Quæri exinde poſſet quare ventus Orientalis ſit ferè continuus in Zona torrida. Nonnulli Copernicani aſſerunt motum telluris diurnum non poſſe ita facilè communicari aquæ, & aëri fluidis, ac partibus telluris ſolidis, atque ita hæc duo elementa tardius moveri, propterea videri ferri ad Occidentem. Afferuntque exemplũ plumæ, cui motus ita vehemens non poteſt imprimi ac globo cuicumque ſolido. Hoc tamen exemplum nihil efficit, cum pluma in aëre reſiſtente moveatur, aër verò & aqua non moveantur in aliquo medio. Secundò hic modus explicandi zonas temperatas non excluderet, pariterque ventum Orientalem in iis vigere oſtenderet.

Dico igitur cauſam venti Orientalis in ſolem refundendam, qui cum vapores è mari eductos continuò attenuet, & impellat in partes occidentales adhuc in umbra poſitas, quam in partes orientales ſuo calore rarefacit.

Hic motus maris reſpondet aliquo modo motui ſolis diurno, qui cum ab æquatore modo in Auſtrum, modo in boream declinet, hic etiam maris fluxus, motui annuo affixus eſt, habetque ſuas periodos annuas.

Supponamus enim navigationem inſtituendam eſſe à Peruvia ad Molucas, utendumque eſſe vento, & æſtu orientali. Sole æquatorem percurrente æſtus, & ventus ferè totam zonam torridam occupabit. Si verò ſol tropicum cancri decurrat, hic aquæ fluxus ferè ad 36 latitudinis borealis gradum extendetur, deficietque multis gradibus à tropico capricorni. Cum verò oppoſitum tropicum decurret, qui boreales ſunt, propius ad æquatorem accedere debeant, ut huic æſtui ſe permittant.

Idem ferè notatur in mari Athlantico, niſi quod Africa quæ ferè tota in zona torrida ſita eſt, impedit quominus hic fluxus ita aſcendat verſus boream. Ferè continuus eſt ad Braſiliam quando ſol borealis eſt, aquam obliquè ad boream impellit, verſus ſinum mexicanum, quando autem Auſtralis eſt, æſtus fluit verſus Auſtrum, ſecundum littora Americæ Auſtralis. Idem æſtus animadvertitur in mari Indico, niſi quod magis extẽdatur ad Auſtrũ, quam ad Boream. Ferè continuus eſt à 10 latitudinis Auſtralis gradu ad 28, quando ſol borealis eſt; magis accedit ad æquatorem, eumque tranſgreditur, quando verò percurrit ſigna Auſtralia, ad 36 latitudinis Auſtralis gradum protenditur.

PROPOSITIO IX.

Thorema.

De fluxu maris ab occaſu ad ortum.

Aſſero præter recenſitos motus, alium omnino oppoſitum admittendum eſſe, cum impoſſibile ſit ut aqua zonæ torridæ continuò feratur ab ortu ad occaſum, quin regrediatur, ſuamque circulationem abſolvat, & in ſuum locum reſtituatur, alioquin deficeret omnino. Animadvertimus enim cum ventus orientalis diu ſpirat in mediterraneo mari, æſtum & fluxum aquæ prope littora ea præcipuè quæ huic vento non ſunt oppoſita, contrarium eſſe.

Hoc æſtu periti naucleri renavigant ab occaſu ad ortum, neque enim per zonam torridam regrediuntur, ſed deflectunt ad boream, ita qui ex Philippinis Peruviam petunt, ad 36 aut etiam 40 latitudinis gradum aſcendunt, ut ventum propitium habeant, atque adeo Californiam legunt, ubi & æſtus, & venti ad orientem feruntur.

Pariter in regreſſu Mexicano, legenda eſt America ſeptentrionalis ad 36 aut 40 latitudinis borealis gradum.

Hi fluxus aquæ qui ad retinendum æquilibrium fiunt, mutationes aliquas ut dixi ſecundum varium Solis motum patiuntur.

Secundum oram Peruvianam, Nicaraguam, & novam Hiſpaniam, hi communiter fluxus notantur. Primò quidem ſemper mare fluit à California ad Nicaraguam, at verò ſecundum oram Chilenſem & Peruvianam mare fluit ad zud uſque ad fluvium Tombes, & ab eo fluvio ad Nicaraguam fertur ab boream, ſole ſigna borealia percurrente, & ad Zud cum idem Aſtrum eſt in ſignis auſtralibus. Hi duo æſtus non ſe invicem elidunt ſed uniuntur, ut ſimul ad occidentem eant.

Duo pariter fluxus uniuntur verſus Angola, & Congo, ut ad occidentem ſimul ferantur, unus quidem venit à ſeptentrione, nempe ex Canariis, per Promontorium Album, & per promontorium Viride, fitque magis ſenſibile à Guinea, uſque ad inſulam Ferdinandi Poo, vel uſque ad promontorium Lopis Conſalvi. Quando verò ſol Auſtralis eſt excurrit ulterius ad 2 aut 3 gradus. Alter verò procedit ex promontorio Bonæ Spei uſque ad Angola, quare qui ex Europa eunt Angolam, procedunt ad Auſtrum, uſque ad inſulam Martini-Vas, tum procedentes nonnihil ad orientem, incurrunt ad hunc fluxum, quo feruntur ad Angolam.

Venti tamen terreſtres hos æſtus interrumpunt. Verbi gratia dum ſol borealis eſt, Sudoueſt ſpirat in Guinea, cum verò eſt Auſtralis venti terreſtres frequentius ſpirant.

Fluxus particulares ab his univerſalibus dependent, ut in freto Gaditano fluxus legit oram Africæ, ferturque ad orientem per 17 horas, & per 7 aut octo refluit ad occidentem. E contra ſecundum oram Hiſpanicam per ſeptemdecim horas fluit ad occidentem, & per 7 aut 8 ad orientem.

In freto Magellanico fluxus ad orientem fluit.

De Æſtu maris.

PROPOSITIO X.

Theorema.

De natura æſtûs maris.

Cum nauclerus æſtus maris rationem habere debeat, ut portus nonnullos ſubeat, æquum eſſe duxi ut de æſtus maris natura agerem.

Æſtus maris eſt quædam maris intumeſcentia, &

Digitized by Google

& detumeſcentia. Galilæus in hac definitione à nobis diſſentit. Vult enim in ſolis littoribus aquas intumeſcere, in medio verò mari, æſtum maris eſſe potius aliquem fluxum aquæ quo feratur ad ripas, aut ab iis recedat, ſitque quaſi aliqua maris vacillatio. Certum eſt autem in inſulis longius à continenti diſſitis intumeſcentiam modicam eſſe tranſlationem & fluxum nullum notari.

In Mediterraneo mari non ubique notatur æſtus, Venetiis eſt maximè ſenſibilis. In toto Liguſtico mari, ſicut & Maſſiliæ levis quædam intumeſcentia obſervatur quâ maris ſuperficies ad aliquos tantum digitos aſſurgit.

In Peloponneſo vix ulla apparet, niſi in Euripo, inter Peloponneſum & Euboeam maximus & inconſtans fervet aquæ fluxus, qui an ſtatas habeat vices ignoratur. Ad Tripolitanum ſinum, ulteriuſque ad Syrtem maximè ſenſibilis eſt æſtus; in reliquo verò Mediterraneo mari excepto freto Gaditano nullus animadvertitur.

In oceano Athlantico, in Norvegia, Dania, Hollandia, Gallia, Anglia, Hiſpania, Luſitania, aqua intumeſcit, & qua patet aditus longiſſimè excurrit ut ad Fanum S. Michaëlis ad 60 pedes dicitur aſſurgere, in aliis locis communiter ad 15 aut 20 pedes. In littoribus Africæ æſtus eſt paulò minor, ad fluvium nigrum paulò major. Ad ſinum Mexicanum non pervenit. In Oceano Pacifico dicitur eſſe magnus; ad Panamam enim ad duas leucas excurrit. Ad Magellanicum fretum, aqua ad 60 pedes elevatur.

In Canadenſi littore magnus eſt, aſcenditque per fluviorum oſtia ad multa milliaria, in fluvio Amazonum ſub ipſa linea maximus eſt, ad Cayanam inſulam mediocris eſt. In tractu vicino ita vehemens eſt, ut intra breve tempus arbores ſuperet. In India orientali magnus eſt & fluminum oſtia aſcendit ad 100 milliaria. In littoribus non ſinuoſis, ſed rectâ oceanum reſpicientibus æſtus vix octo pedes ſuperat. Sinus verò qui in torrida oceanum lato oſtio excipiunt, & in anguſtum cogunt, ut ad Cambayam, & urbem Pegu æſtus ad 40 pedes in perpendiculo habet.

Æſtus maris periodicus eſt, ſuaſque patitur vices diurnas, menſtruas & annuas. Bis enim ſingulis diebus aquæ creſcunt, & decreſcunt, ita tamen ut ſingulis diebus per tres quadrantes retardetur. Hoc eſt communiter Luna circulum horæ ſextæ occupante incipit intumeſcere mare, aſſurgitque ſemper donec hoc ſydus meridianum occupet. Detumeſcit igitur deſcendente Luna, aut cum ad horizontem occiduum pervenerit rurſus aſſurgit aqua. Quia autem Luna fertur ad ortum per 12 gradus à Sole ideo æſtus in ſingulos dies minutis 48 tardius accidunt.

Secunda periodus eſt menſtrua. Obſervatur enim in maris intumeſcentia aliqua irregularitas menſtrua, nempe à novilunio ad quadraturam decreſcunt æſtus, ita ut octavo die aut nullus ſit, aut modicus. Exinde ad plenilunium uſque augetur, minuunturque rurſus ad ſecundam, ex qua rurſus ad plenilunium majores fiunt. Hæc periodus cum motu illuminationis conjuncta eſt, refellitque eas omnes opiniones, quæ ſimplici motui lunæ, nulla illuminationis habita ratione illum addicunt.

Tertia Periodus eſt annua. Obſervatum enim eſt æſtus maris circa æquinoctia maximos eſſe cæteris paribus, circa verò ſolſtitia minimos.

PROPOSITIO XL.

Theorema.

Variæ circa cauſam æſtus maris, minus probabiles opiniones rejiciuntur.

In hac propoſitione eas tantum rejiciam ſententias quæ probabilitatem aut obtinent, ſequentibus propoſitionibus, ſingulas expenſurus quibus majus probabilitatis momentum ineſſe videtur.

Prima ſit Leonardi Leſſii ſententia huic miniſterio ciendi æſtus intelligentiam deputantis. Nititur autem præcipuè paritate rationis, non enim ulla apparet potior ratio, cur planetis & ſingulis ſyderibus movendis intelligentiæ addicantur, quam admittatur angelus aquarum præſes, qui æſtum cieat, eumque ad motum lunæ attemperet, ut nempe homines ex ſigno illo ſenſibili præcaveant. Ego vero paritatem admitto, & quamvis non ubique vigeat hic effectus ſed ex variis cauſis alteretur, impedit quominus valeat paritas. Addo quod ſicut ad venti, pluviarum, nivis, grandinis, metallorum, plantarum productionem, ad motum projectorum, deſcenſum gravium, accurſum ferri ad magnetem, nullus intelligentiam advocat, ita neque ad æſtum maris ciendum.

Secundò, cum angelus in duobus locis ſimul exiſtere non poſſit, ſimul & ſemel in tam diſſitis orbis partibus, in elemento liquido motum producere non poſſet.

Huic rationi ut reſponderet quidam, centrũ telluris, circa centrũ univerſi in parvo circello ſtatuit. Cum igitur omnia gravia ſe accommodare debeant centro univerſi, ſphæricamque figuram circa illud induere, ideo altius nonnunquam ex una parte, prout hæc ſuperficies vicinior aut remotior centro univerſi fuerit, atque ita unus idemque angelus omnes æſtus producet. Sed contra quia quantum experientiis conſtat omnia gravia feruntur ad centrum terræ: quòd verò ad centrum univerſi quod nihil eſt, niſi per imaginationem tendant, vix puto in bona philoſophia admittendum.

Secundò, non datur ratio menſtruæ, & annuæ periodi.

Huic opinioni affinis eſt alia, quæ vellet tellurem ſecundum axem, hinc inde currere, pariterque propter variam à centro univerſi diſtantiam æſtum maris produci. Sed contra primò, quia ſi fiat figura videbitur nullus eſſe æſtus in zona torrida, cum tamen in fluvio Amazonum, & alibi paſſim obſervetur. Secundò in omnibus meridianis eodem tempore accideret, quod eſt contra experientiam, cum ſequatur lunam. Tertiò, æſtus maris per motum localem fieri non poteſt, ſic enim aquæ unius hemiſphærii in aliud tranſire deberent, quod plures menſes requireret.

Secunda ſententia Platoni tribuitur, in quam abiiſſe videtur Keplerus, nempe tellurem eſſe velut aliquod magnum animal, cujus latera reſpiratione diſtendantur, & expiratione detumeſcant. Sed nec tellurem eſſe animal ab ullo viro cordato admittitur, nec in æſtibus notatũ ab ullo fuit fundum maris attolli, nec ſicut unica eſt animalis reſpiratio, æſtus ſimul tempore ubique accidit, ſed ſubſidit aqua in uno loco, dum in alio attollitur.

Tertia opinio naturam aquæ tanquam cauſam hujus effectus agnoſcit, eodem prorſus modo quo humor bilioſus, ut ſi computreſcat tertianam fe-

brim generet, & altero quoque die exæstuet, si melancholicus quartanam, ita etiam sit natura aquæ ut bis in die commoveatur. Hoc tamen si universaliter de omni aqua intelligatur, falsum est, cũ aqua lacuum & mediterraneum mare non moveatur. Secundò connexio æstus cum motibus lunæ aliquid aliud indicat præter aquæ naturam.

Saraceni & Arabes aquam amore unitatis confluere ad littora, ut cum alia aqua, à qua nempe interjectis continentibus separatur, conjungatur, eò modò quo ferrum ad magnetem accurrit. Sed præterquam quod hi modi explicandorum effectuum per solam causam finalem, non satisfacit; est maxima disparitas, nam magnes aliquid per medium diffundit, secundò aqua semel assurgens, ut cum alia uniatur, recedere non deberet, eo modo quo ferrum, semel magneti admotum non recedit.

Quarta sententia est Rugerii Bachonis existimantis æstum maris esse ebullitionem à lumine lunæ procreatam. Si tamen simpliciter & sine addito intelligatur, facilè refellitur. Quia licèt nonnulla corpora facilius levi calore & moderato intumescant, ut mustum, pinguia omnia, cera, pix, Carrabis &c. aqua tamen non ebullit nisi vehementius incalescat. Secundò si vi caloris æstus producatur, potius solis quam lunæ motum sequeretur, nullusque esset luna infra horizontem delitescente. Tertiò in zona torrida major esset æstus.

PROPOSITIO XII.

Theorema.

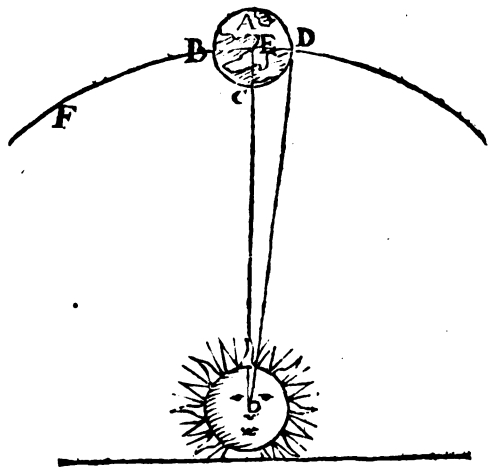
Andreæ Cisalpini motui telluris, æstum maris tribuentis, à Galilæo sententia explicata, demonstrativè refellitur.

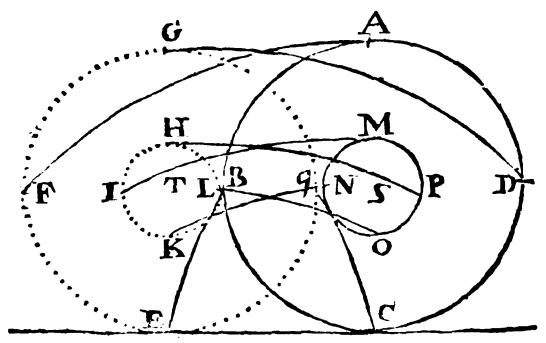
Hæc sententia vulgò Galilæo tribuitur, quamvis referente Fromundo sit Andreæ Cisalpini.

Supponitur ergo motus telluris duplex, annuus quo singulis annis eius centrum magnum orbem semel decurrit, & diurnus quo semel intra 24 horas eius superficies, circa axem circumvolvitur. Motus autem eius realis ex utroque compositus, variè intricatus est; illius tamen ideam aliquam in rotis curruum, quarum nempe centrum circulum describit telluri concentricum; partes verò circumferentiæ respectu centri, ultrò citróque commeant, illudque nonnunquam antecedunt, aliquando retardantur. Ex quibus concluditur partes circumferentiæ in semicirculo superiori motum habere, motu centri celeriorem, in inferiori tardiorem.

Figura hujus motus irregularitatem oculis subjicit. Sit rota ABCD innixa pavimento CE. Sit linea CE æqualis quadranti circuli, intelligaturque rota circumvolvi, ita ut non tangat amplius planum in puncto C, sed in puncto E. Consideretur motus nonnullarum partium. Punctum A translatum fueritin F, eritque motus eius realis curva AF, punctum B in E, punctum C decurret lineam Cq, punctum D, lineam DG, quod si ulterius divideremus, majorem inæqualitatem deprehenderemus, ita ut punctum infimum vix moveatur, supremum autem majori velocitate feratur.

Unum tamen majoris momenti notari velim, non esse eandem rationem circulorum minorum, nec tantam in eorum motum irregularitatem invehi. Ut circuli MNOP partes plus habent de motu recto, & minus de circulari, punctum enim O transfertur in L; P in H, M in I; N in K.





Supposita igitur telluris à Sole distantia, qualem ponit P. Ricciolius, nempe septem millium semidiametrorum telluris, parallaxis horizontalis COD est semiminuti, tellusque ex Sole spectabitur sub angulo integri minuti, ejus tamen centrum percurrit integrum gradum, hoc est diameter telluris BD est tantum sexagesima pars spatii à centro ejus decursi.

Supponit item Galilæus in motu aliquid esse permanens, nempe impetum, ita ut dum corpus aliquod totale motum sistitur, partes quæ separati possunt vim impetus acquisiti motum suum continuent. Ita si navicula semiplena aqua magna celeritate mota derepente sistatur, aqua ad proram procurret & sæpe, ita ut ex navicula exeat. Si ergo tractus maris notabilis ab Oriente in Occidentem protensus, per modum vasis consideretur, cujus verus motus ex annuo, & diurno compositus acceleratus sit, & retardatus, aliquam aquæ fluctuationem producet. Tota vis argumenti in collatione motûs telluris, cum motu naviculæ positus est. Dubito tamen an motus violentus, cum motu naturali benè comparetur. Cum enim uterque telluris motus æqualiter, & partibus ejus solidis, aquæ, & athmosphæræ naturalis sit, motus inde resultans æqualiter in omnibus accelerabitur, & retardabitur. Secundò dubito an aliqua animadverteretur fluctuatio in navicula, si sensim tantum ejus motus minueretur, & non derepentè, & per successiones. Nam communiter omnes assumunt tanquam principium, & ipse Galilæus non refragatur, motus particulares, & respectivos eodem modo perfici in navi decurrente, ac in loco firmo, & stabili perficiuntur. Si ergo vas plenum aqua, in navi positum magnum circulum describeret, nullam in eo agitationem animadverteremus, etiamsi motus

Digitized by Google

motus ejus realis, ex motu ejus circulari, & navis motu recto compositus acceleretur, & retardetur.

Prima demonstratio. Si duplex telluris motus, æstum maris produceret per accelerationem, & retardationem; ergo cum foret eadem retardatio, aut acceleratio, idem sequeretur æstus maris, sed eadem hora Astronomica est eadem semper est acceleratio, sed maxima acceleratio est semper media nocte, maxima retardatio meridie, atque ita si esset æstus alicubi hora meridiana, deberet semper accidere eadem hora. Ubi enim eadem est causa, ibi etiam est idem effectus. Quod si dicas longitudinem maris posse retardare, jam periodus illa sumenda erit penes longitudinem maris, quæ cum sit varia in diversis locis, periodus æstus varia erit, nec ullo modo connexa cum luna. Afferri posset aliqua ratio æstus maris in ea opinione quæ vult lunam immobilem & tellurem circa eam moveri, nulla tamen ratio afferretur cur nullus sit æstus in quadraturis.

2 Demonstratio. Si æstus maris esset tantùm fluctuatio orta ex retardatione, & acceleratione motus, in Athlantico mari, non posset mare ferri versus littora orientalia, & occidentalia sed alternatim; sed dum luna oritur, æstus fertur ad littora Galliæ usque dum ad meridiem perveniat, nempe circiter per 6 horas. Pariter dum post tres horas luna oritur apud Canadenses intumescit mare, & fertur ad occidentem; ergo simul intumescit in littoribus orientalibus & occidentalibus.

3 Demonstratio peti posset ex eò quòd sequeretur major æstus in Zona torrida, quam in temperata, cum æquator parallelis major sit, majoremque inæqualitatem invehat.

4. Æstus satis magnus est Venetiis, cum nullus sit in parte opposita.

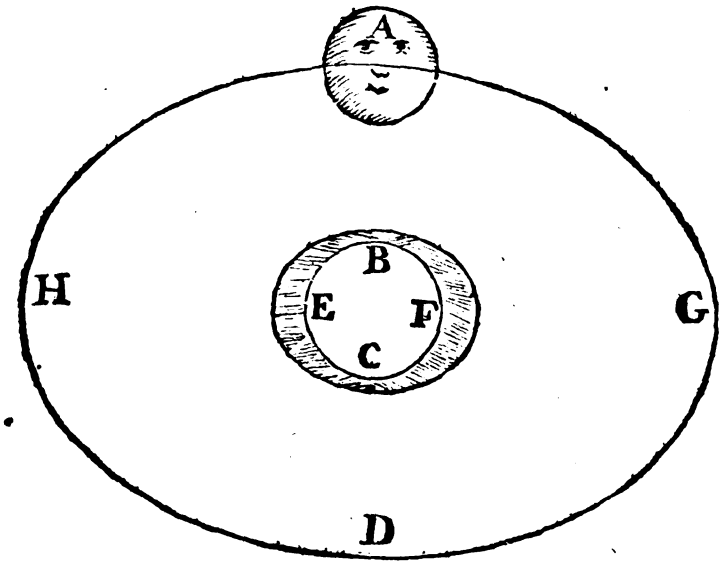
5. Hic modus explicandi nullam affert rationem periodi menstruæ cur æstus singulis diebus per tres quadrantes retardetur; multò minus menstruæ, cur in quadraturis nullus sit, nec annuæ cur in æquinoctiis major sit, quam in quadraturis.

6 & præcipua. Si daretur in aqua hæc alternatio, daretur & in athmosphæra, quæ cum utrumque motum telluris participet, sitque minus cum ea connexa quam aqua, similem immo majorem alternationem pateretur, ventumque orientalem, & occidentalem produceret.

PROPOSITIO XIII.

Theorema.

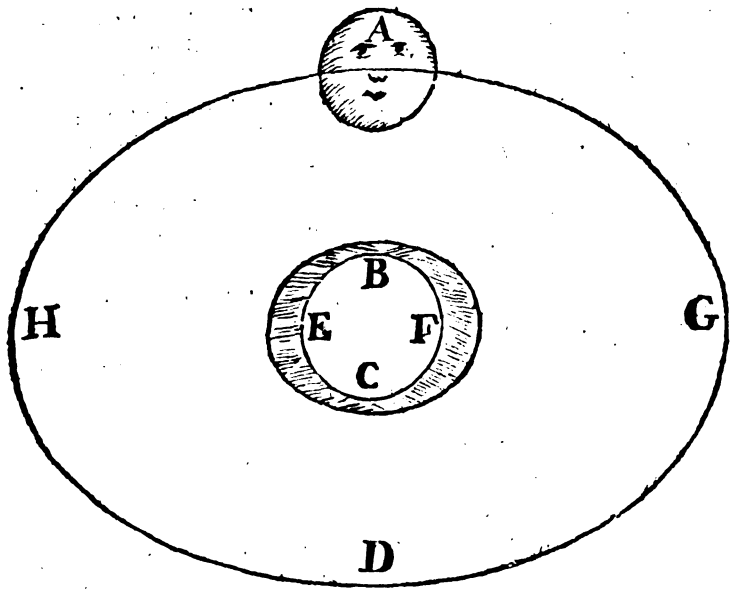
Cartheſii ſententia circa æſtum maris, expreſſione materiæ ſubtilis ortum propter Lunæ tranſitum; demonſtrativè refellitur.



Cartheſius ad pleroſque effectus phyſicos explicandos materiam ſubtilem in ſubſidium vocat, cui motum tribuit ad placitum, nempe eum qui ad explicationem effectus propoſiti accommodatior erit. Supponit igitur vorticem cui tellus innatet à quo nempe cum æqualiter undique comprimatur, in centro detinetur, Lunam autem ab hoc eodem vortice deferri ſupponit, non hunc vorticem quem à vortice orbis annui deferri exiſtimat, non circularem efficit ſed ellypticum, ita ut minores diametri AB CD directè ſolem reſpiciant, atque adeo puncta noviluniorum, & pleniluniorum determinent, majores verò diametri ſint in punctis H & G ubi accidunt quadraturæ. Supponit item tellurem circa proprium axem circumvolvi, eodem modo quo hic vortex, niſi quod intra 24 horas ſuam circumvolutionem abſolvat, Luna vero in vortice deferatur ſpatio tantum menſtruo. Quibus ſuppoſitis ita ſuam hypotheſin explicat.

Cum materia ætherea circumvolvatur circa tellurem, ſitque ſpatio AB, C D coarctata, & Luna in iis poſitâ adhuc magis coarctetur, hæc inquam materia ætherea idem præſtabit, ac aqua quæ ſub pontibus in anguſtum coacta, & celerius fertur, impreſſionemque efficit in corpora à quibus in anguſtum cogitur. Hæc igitur materia ætherea inter lunam A & tellurem B coarctata, tellurem comprimet in puncto B, atque adeo aqua in B compreſſior, quam aqua F, aut E, eas attollet, & elevabit undique. Vult igitur tellurem medium hujus vorticis obtinere, quando æqualiter undique premitur, ſi verò plus impellatur in B, de-

turbabitur



turbabitur de ſuo loco, & in impelletur verſus D, donec æquatis hinc inde impulſibus D & B æquilibrata permaneat.

Denique cum tellus intra 24 horas circumvolvatur, punctum quod erat in B tranſit in E, atque adeò puncta intumeſcentiæ aquæ, minimæque elevationis totam eius ſuperficiem intra 24 horas percurrent, niſi quantum interea luna procedit ex A versùs G, atque adeo retardationem induci.

Secundò quia in H & G majus eſt ſpatium, ita ut luna etiam ibi poſita non ſit anguſtius ſpatium, quam in A & D, materia ætherea adhuc ſufficiens nacta ſpatium, impreſſionem in tellurem non faciet majorem, quam faciat ea materia quæ inter B & D, & tellurem intercurrit, atque adeò nulla in quadraturis erit major preſſio.

Denique ut explicet annuam periodum aſſerit dum luna maximè diſtat à plano æquatoris & in tropicis verſa, cum preſſio ſit obliqua, minor erit eius vis, atque adeo minor æſtus.

Aſſero totam hanc doctrinam contrariam eſſe Aſtronomiæ, & æſtum efficere omnino diverſum, ab eo quem authores deſcribunt, immò & impoſſibilem.

Quod pertinet ad Aſtronomiam. Primò nulla datur obſervatio quæ probet vorticem lunarem ellypticum eſſe, quare ideò tantum ſic fingitur ut explicetur hic effectus particularis.

Secundò, Si luna defertur à vortice ellyptico, motum habebit ellypticum. Impoſſibile enim eſt ut corpus deferatur à liquido, ejuſque motum non ſequatur, ſed motus lunaris ellypticus non eſt, alioquin ſemper in quadraturis daretur apogæum, & in noviluniis & pleniluniis, perigæum.

Atque ita bis in menſe luna in perigæo, bis in perigæo inveniretur, quod omnibus hypotheſibus, multò magis obſervationibus ſemidiametrorum apparentium lunæ repugnat. Eas enim de induſtria cum Domino Caſſini & Abbate Picard contuli invenimuſque in aliquibus quadraturis, eandem eſſe lunæ diſtantiam ac in aliquibus noviluniis ac pleniluniis; quare cum debeat tantum haberi ratio illius ſpatii quod inter lunam, & tellurem interjacet, materia enim ætherea, quæ ſupra lunam tranſit, nihil ad æſtum conferre poteſt.

Probatur 2, præcipuè. Vel materia illa ætherea & ſubtilis tantæ eſt liquiditatis ut incurrendo in corpus durum ei ſe accommodet, utpote ſummè liquida & indifferens, ad omnem omnino figuram induendam, vel impreſſionem aliquam faciet. Si primum nullam in tellurem impreſſionem faciet, nec eam de loco deturbabit, nec aquam comprimet. Si verò ſit capax impreſſionis efficiendæ, cùt in lunam incurrendo eius motum non incitabit, & ita accelerabit, ut tandem paſſibus æquis ferantur. Si enim materia ſubtilis impellendo continuè corpora eorum motum ſemper accelerat, quidni luna idem efficiat, quod ſi ſemel admittatur, primo eodem paſſu luna & materia ætherea procedent, atque adeò hæc à luna non coarctabitur.

Secundò, ſi materia ætherea in noviluniis & pleniluniis coarctetur, citius feretur, ergo etiam luna velocius feretur. Si enim tantus eſt exceſſus velocitatis hujus materiæ, in minoribus diametris, ſupra velocitatem quam habet in majoribus diametris, ut licet in tellurem obliquè incidens ea deturbet de ſuo loco, quanta eſt ſemidiater lunæ, multò magis in lunam directè & à tergo incidens, illi velocitatem majorem communicabit, ergo cæteris paribus in noviluniis, & pleniluniis velocius feretur. Sed contendo in hoc peccari graviter contra Aſtronomiam, cum enim irregularitas quæ à novilunio ad plenilunium, & à plenilunio ad novilunium non poſſit eſſe alia quam quæ ab Aſtronomis ſecunda irregularitas dicitur, hæc autem à Copernico per ſecundum Epicyclum explicatur, ita ut in noviluniis, & pleniluniis luna in eius perigæo inveniatur, & motus iſtius à Copernico ſtatuitur in parte inferiori in antecedentia, nempe retardat motum Aſtri. Quare dico vortex lunæ eo modo compoſitus ut vult Carteſius motum eius accelerat, cum re vera retardatur; ergo peccat contra Aſtronomiam.

Dico ſecundò, Ex hac hypotheſi ſequi æſtum maris omnino contrarium ei quem obſervamus. Nullus enim unquam obſervavit nec in littoribus nec in medio mari, maximam detumeſcentiam & aquarum depreſſionem lunæ ſubjacere, nullus enim author, nullus nauta quorum tamen intereſt dare regulas certas, ad cognoſcendam horam æſtus maris, hanc ut indubitatam ponunt in locis liberis maximam intumeſcentiam accidere luna meridianum occupante. Quod eſt uſque adeo verum, ut nullus hactenus contrarium aſſeruerit. Accidit æſtus maris in zona torrida eodem modo quo alibi, in fluvio Amazonum æſtus eſt maximus, ad Cayanam in quarto gradu latitudinis boreæ lis eſt mediocris

mediocris. Igitur hæc hypotheſis effectum cauſæ accommodat, & non cauſam effectui.

Secundò ſi intumeſcentia ſeu æſtus in uno loco oriretur ex preſſione aquæ in partibus lunæ ſubjectis, utique per motum localem fiet hæc intumeſcentia, & cum tempore communicaretur partibus remotioribus: ſed ſi fiat cum tempore, primò requiretur pluſquam unus menſis ut ab æquatore ad nos communicetur. Neque enim poteſt ita explicari, ut una aqua expellat aliam, hæc conſequentem, & ita deinceps ad ultimos uſque terminos. Hic enim modus impellendi non eſt accommodatus liquidis, ſed tantum ſolidis. Dum impellitur aqua in uno loco, quia facilius eſt parvam copiam aquæ aſcendere, ſupra conſuetam ſuperficiem attolli, quam tantam aquæ copiam moveri. Primum potius fiet, quam ſecundum, & favet experientia: Si e im navis demergatur, etiam aquam ad latera propellit, non tamen una aliam impellet uſque ad littora, ſed potius aſſurget aliqua pars, & ſupra alterius quaſi quieſcentis ſuperficiem ſuperfundetur, & motu locali feretur, quod ſexcentis experientiis probari poſſet; quod tamen ſi ſemel admittatur, quantum tempus requiretur ut à Zona torrida ad nos uſque perveniat. Adverſarii quidem ſucceſſionem aliquam, & tempus requirunt, ſed non tantum, quantum contendo: ratio cur maximum exigam, eſt quod in ſinubus aliiſque locis non liberis, obſervamus nempe diſtantiam unius, aut alterius leucæ retardationem importare, aliquando duarum, aut trium horarum, quia nempe his locis communicatur æſtus, per motum localem. Fiat regula trium videbimus requiri menſes integros, ut ex Tropico Capricorni ad nos perveniat. Neque enim æſtus ita incitatus eſt, ut vento modico non ſuperetur.

Sed accipiamus quod ab adverſariis conceditur nempe ſucceſſionem aliquam requiri, ita ut ad loca borealiora tardius propterea perveniat. Si hoc eſſet ſequeretur, lunâ à nobis remotiore tardius æſtum pervenire. Supponamus ergo lunam percurrere tropicum cancri, cum Dieppa ſit in quinquageſimo gradu latitudinis, diſtabit Dieppa à maxima preſſione gradibus 26, min. 30. Luna autem tropicum capricorni percurrente, diſtabit Dieppa gradibus 73, min. 30. Ergo longè tardius æſtus accidere debebit die plenilunii, ſed non accidit tardius, ſed ſemper die novilunii, aut plenilunii maxima intumeſcentia accidit hora 10 cum dimidia circiter: ergo hæc intumeſcentia non oritur ab ea preſſione.

Addo quod cum tellus non undique aquis tegatur, hæ preſſiones communicari non poſſent, terris intermediis impedientibus.

Deinde catalogus æſtus maris qui vulgò traditur, non ponit æſtum maris tardius in locis borealioribus accidere. Denique loca æqualiter à maxima preſſione remota æſtum eodem tempore haberent.

PROPOSITIO XIV.

Theorema.

Reverendi Patris Fabri æſtum maris per attractionem aëris à Lunâ explicantis ſententia refellitur.

R. P. Honoratus Fabri cum in Carteſiana ſententia id incongrui animadvertiſſet, quod maxima aquarum depreſſio, ſub luna ſtatuatur, contra communes obſervationes, & omnium authorum conſenſum, aliam hypotheſin experientiis magis accommodatam protulit.

Supponit primò nullam dari levitatem, ſed corpora etiam levia telluri inniti, & ab ea non ſeparari niſi in quantum ab aliis gravioribus extruduntur. Probat ſuppoſitionem primò ex eò quòd corpora leviora non aſcendant niſi graviora iis ſeſe ſubjicere poſſint. Secundò aër in tubo aquâ pleno ſub aqua interceptus, ſphæricam & non conicam figuram induit. Alia multa afferri poſſent.

Supponit 2 gravitatem nihil eſſe aliud quam conſenſum partium ad formandum unum totum; id autem conſequuntur per niſum quem habent ad centrum. Supponit hanc ineſſe proprietatem aëri, ut feratur verſus partes globi quem complectitur & ambit, item non tantum partes telluris conniti ad eius centrum, ſed aliorum etiam globorum totalium, cum hæc proprietas ad eorum conſervationem ſit neceſſaria. Quare cum aër hæc omnia corpora ambiat, ſitque quaſi commune medium fertur ad globum viciniorem.

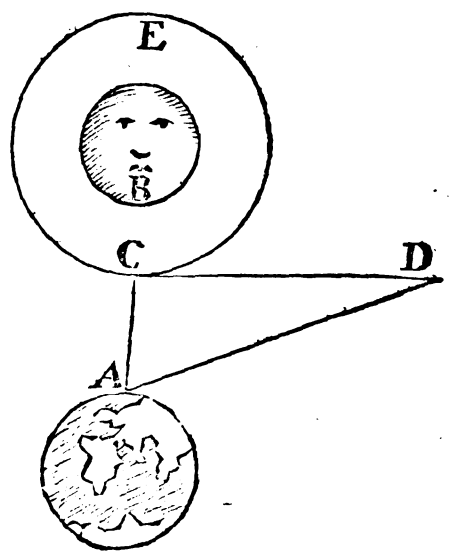
Supponit item corpus liquidum, inæqualiter compreſſum, attolli ex ea parte qua minùs premitur.

Denique exiſtimat corpus liquidum, cui particulæ corporis ſolidi admixtæ ſunt, reddi gravius, ut accidit in aqua, quæ per admixtionem ſalis redditur gravior.

Quibus ſuppoſitis ita æſtum maris explicat. Quando luna meridianum noſtrum attingit, pars aëris ei ſubjecti definit in tellurem gravitare, ſecundum quod aër eſt medium commune, quod contra lunam utpote globum viciniorem gravitat. Quare cum mare ſub luna minùs prematur, quàm aliis in locis, neceſſariò elevabitur, atque ita jam habemus periodum menſtruam.

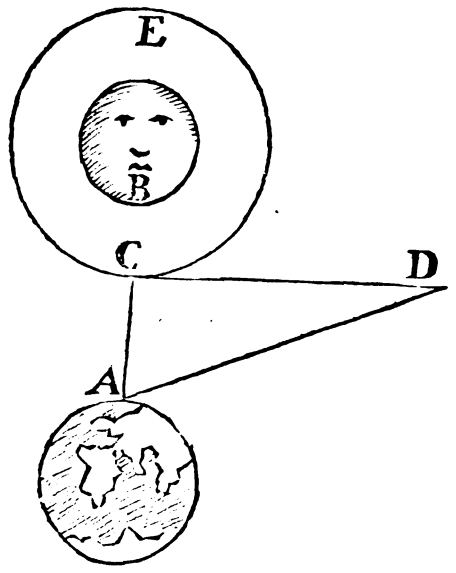
Pro menſtrua ſupponit corpora ſpongioſa humore abundare, præcipuè circa plenilunia, quod de ovis, oſtreis aliiſque corporibus communiter aſſeritur, quare cum aër tunc temporis ſit humidior, ſicut & circa æquinoctia, æſtus majores excitantur.

Primò diſplicet in hac hypotheſi, aëris indeterminatio, qui cum in tellurem prius gravitaret, tranſeunte Luna ceſſat ab hujuſmodi niſu, ut verſus lunam connitatur. Nunquam enim probare potui certas conditiones otioſas, quæ licèt nihil



in cauſa efficiant, nec ſint applicationes, eas tamen ad agendum impellunt, illæ enim æquè difficiles videntur, ac ſi dicatur parietem album Pariſienſem, dealbato apud Sinas alio pariete determinatum eſſe ad producendum in ſe modum ſimilitudinis.

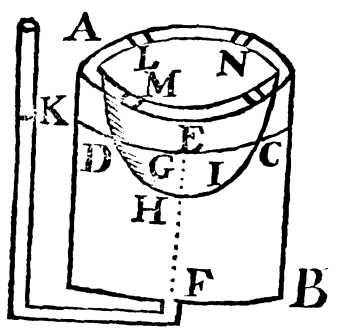
Demonſtratio Si ad tranſitum lunæ aliqua pars aëris, verbi gratia quarta pars, in tellurem gravita-



re deſineret, hoc in experimento Torricelliano animadverteremus, nulla tamen differentia in barymetro obſervatur. Si enim defectus gravitationis quingentarum exapedarum aëris, quæ auferuntur dum mons conſcenditur, differentiam invehit trium circiter digitorum, quid non efficiet tertia, aut quarta pars aëris deficiens. Non eſt probabile quingentas exapedas aëris hujus inferioris, plus efficere, quam 75000000 aëris vicinioris lunæ: Si ergo æſtus maris oriretur ex defectu preſſionis, eò quòd aër à luna quaſi trahatur, barymetra id facilè detegerent.

Secunda ratio petitur ex gravitatione liquidorum, quæ non tantum perpendiculariter, ſed etiam obliquè gravitant, ita ut menſura virtutis peti non debeat tantum ex molè corporis gravitantis, ſed etiam ex diſpoſitione ad motum.

Supponamus enim partem aliquam aëris, verbi gratiâ, contentum circulo CE non amplius gravitare in terra A. Dico alias partes ſupplere hunc defectum, eundemque effectum producent, per lineas obliquas ſeu inclinatas. Sit, verbi gratia, tellus A, luna B, totuſque aër circulo CE comprehenſus ſuſpendat ſuam gravitationem in terram, dico aërem D gravitare obliquè in D, idemque præſtabit, ac ſi adderetur gravitatio aëris C E; quod quidem mirum videbitur, cui natura liquidorum perſpecta non fuerit, hoc tamen ita demonſtro.



Demonſtratio. Proponatur vas A B plenum aqua ad lineam C D, tota linea EF perpendiculariter gravitat in punctum F, aliæque partes obliquè in F ſuam gravitationem exercent. Suſpendatur gravitatio perpendicularis E F, quod facilè conſequeris, addito corpore ſolido M I, quod innitatur lateribus vaſis, aut quod ſuſpendatur, repræſentabit autem aërem in lunam gravitantem: reliqua aqua ſupplebit ejus vices, ponaturque in diſpoſitione ad majorem motum, atque adeò æqualiter punctum F comprimetur, & aqua ad eandem altitudinem K aſcendet.

Tertiò hæc hypotheſis nullam affert rationem illius æſtus, qui parte telluris è diametro lunæ oppoſita aſſurgit, cum enim hæc pars aquæ, ab aëre æquè comprimatur, ac reliquæ laterales, nulla eſt ratio cur intumeſcat, nec ulla datur hujus intumeſcentiæ cauſa.

Quartò deficit hæc hypotheſis, quod lunæ ſimpliciter tribuat æſtum maris, nec ullam habeat rationem illuminationis, cum tamen mare ſileat in quadraturis. Quod enim dicit aërem humidiorem eſſe in pleniluniis & noviluniis, quam in quadraturis, quia humor qui à ſole ex luna educitur, citius refrigeratur, dum incurrit in umbram telluris majoris, quam dum incurrit in lunarem, ſunt ſuppoſitiones parum veriſimiles. Non enim probabile eſt humorem in aëre receptum à luna procedere; Quæram enim an in eam recidat, & regrediatur. Secundò non eſt probabile aërem vaporibus fœtum graviorem eſſe, cùm vapores quandiu in eo ſtatu permanent ſint in ſpecie aëre leviores. Deinde dato aërē in pleniluniis, aut noviluniis graviorem eſſe, & in quadraturis leviorem, non ſequitur propterea, quod nullus eſſe debeat in quadraturis, quia non eſt ſimplex gravitatio ſpectanda, ſed exceſſus unius gravitationis ſupra aliam. Addo quod aër inter tellurem & Lunam in pleniluniis ſitus, fœtus vaporibus à Sole ex Luna eductis, & in telluris umbra refrigeratis, gravior erit aëre laterali, quare etiamſi pars ejus aliqua deficiat, ſuamque gravitationem ſuſpendat, tanta non erit gravitationum differentia.

Multas alias rationes omitto, verbi gratia, quod maxima intumeſcentia eſſet ſumper ſub zona torrida; quod luna in tropico Capricorni poſita & in meridiano circulo deberet eſſe minima aquæ elevatio in Anglia quæ diſtat à tropico Cancri 73 gradibus, & luna tropicum Cancri decurrente, & meridianum occupante deberet eſſe æſtus in Anglia quæ 27 tantum gradibus diſtaret ab ea.

Pariter deberet incipere æſtus eodem tempore in omnibus locis ab eo cui luna imminet æqualiter diſſitis, quod tamen falſum eſt maxima enim eſt intumeſcentia in locis liberis luna meridianum occupante. Omitto item quod cum tellus non ſit undique aquis tecta hæ preſſiones communicari non poſſint. Addo quod nulla verſus regiones polares deberet eſſe intumeſcentia, &c.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

Opinio Iſaaci Voſſii æſtum maris calori Solis tribuentis refellitur.

Supponit Iſaacus Voſſius aquam frigore condenſari, & calore rarefieri ſi enim vas amplioris uteri, & colli anguſtioris plenum aqua frigida, in tepentem

Digitized by Google

tepentem immergatur, in ipso tepentis contactu aqua frigida coarctabitur; si tamen diutius in ea detineatur ampliabitur, & in collo assurget. Si idem vas aqua calida plenum in frigidam immerseris, ad ejus contactum nonnihil assurget, exinde contrahetur.

Occurrit exinde objectioni quæ fieri posset, nempe si aqua in æstu rarefieret naves magis mergerentur. Ostendit enim in alto mari, & in insulis longius à continenti remotis vix aquam assurgere duobus pedibus, nempe sex millesima parte suæ profunditatis; quare naves hac tantum parte magis demergi deberent, quæ pars est ita modica, ut omnem fugiat observationem. Conatur item probare lunam in æstu maris nihil efficere, cum nec calorem, nec frigus producat. Rejicit item id quod communiter dicitur ostrea aliaque corpora in pleniluniis succo pleniora sunt. Asserit item in ora Cambayæ, Bengalæ & insulæ Javæ ostrea in pleniluniis esse vacua, & quatuor aut quinque post diebus plena esse, nempe dum maximi sunt æstus. Quibus suppositis, ita æstum maris explicat.

Sol calore suo aquas rarefacit, ita ut maxima aquæ intumescentia sub sole esse debet: quia autem sol circiter telluris hemisphærium illuminat, post 6 horas sol ei parti imminebit, quam extremis radiis primo tempore attingebat, subsidetque interea mare in primo loco, non tantum ad consuetum libramentum, sed etiam paulò infra, rursumque ascendet, eo fere modo quo pendula semel incitata, non tam cito quiescent: interea mare subsidit in secundo loco, interea dum ascendit in primo, ita ut sole post 12 horas occupante punctum primo loco oppositum aqua altissima est in primo, & demissa in secundo.

Aqua igitur in locis oppositis simul elevatur, & in mediis detumescit; quia tamen calor non est accidens, quod sit affixum præsentiæ suæ causæ, hoc est quod dependeat à sua causa, ut non subsistat aliquandiu sine illa, hic motus non sequitur præcisè illuminationem, ita ut mare nonnihil quiescat inter fluxum & refluxum, propterea que æstus non recurrunt eadem hora præcisè, sed retardant tribus quadrantibus, voluitque Deus ut luna similem haberet retardationem, ut esset signum hujus motus.

Ita autem explicat secundam periodum. Sol totam tellurem circuit intra 24 horas, sed æstus non perficitur nisi intra 24 horas & min. 48, ideoque sol calore suo secundo die aquas calefacit, dum adhuc subsidunt, qui motus, quia contrarii sunt, se invicem destruunt. Tertio die cum æstus adhuc magis sit retardatus, sol redit una hora cum dimidia antequam perfectus sit, illi magis contrarius est; ita ut septimo die sol calore suo, motum omnino contrarium aquis tribuit, easque elevat & rarefacit toto tempore quo subsidere deberent, ideoque tunc est æquilibrium. Decrescunt igitur æstus à primo die ad septimum, quo nullus est. Sequentibus diebus cum motus à sole productus nullum contrarium offendat, augetur æstus donec contrarium offendat. Nam vis reciprocationum etiam in mechanicis mira præstare potest. Affert autem exemplum penduli, quod vibrationes haberet 24 horarum, & min. 48. quod à corpore intra 24 horas in orbem circumacto impelleretur, ostendit fore ut series harum vibrationum alicui periodo subjaceret, qua per vices minores & majores redderentur.

Quærit exinde cur cum aqua in alto mari non elevetur nisi uno aut altero pede, in littoribus tamen æstum efficiat ita vehementem, ut in nonnullis locis ad 80 pedes attollatur, quod legibus staticæ adversari videtur. Ut autem respondeat, elevationem aquæ, à motu ejus quasi progressivo distinguit. Vult igitur aquam rarefieri, & assurgere primum ad partes orientales, & propter hanc elevationem decurrit in occidentem, interea verò dum currit, sol eam rarefacit, & elevando ad motum velociorem eam incitat, & quia indesinenter agit, ejus motum semper auget.

Situs fretorum & sinuum, & acclivitas alvei multum etiam ad hujusmodi motum augendum confert, eò quòd impetus acquisitus aquas evehit ultra superficiem aquæ, præsertim in sinubus apertis, & directè aquas excipientibus, & in angustum cogentibus, sicut etiam in fluminibus, & alveis leniter inclinatis.

Demonstratio. Quamvis hæc hypothesis subtiliter excogitata sit, non explicat periodum menstruâ, hoc est cur minuantur æstus à novilunio, & plenilunio ad quadraturam, & augeantur à quadraturis ad plenilunium & novilunium. Si enim minuitur æstus à conjunctionibus ad quadraturas, eò quòd sol rarefaciat aquas, cum detumescere, & subsidere deberent, hæc ratio etiam probat, quod tempus refluxus minuendum esset & consequenter æstus accelerandus esset.

Secundò impossibile esset ut æstus crescerent à quadratura ad cõjunctionem; cum enim aqua quieta sit septimo die, fluxus sequenti die inciperet, quasi nullus præcessisset motus, quare debebit fluxus incipere sole oriente: sed septimo die non incipit æstus nisi luna oriente, oritur autem luna, sole meridianum attingente, quando secundum istam hypothesin detumescere deberet. Quamvis in omnem partem versarim hanc hypothesin conciliare non potui retardationem æstus, cum ejus decremento. Quare quomodocumque hæc hypothesis assumatur, vel æstus non retardabitur, vel nõ crescet, aut minuetur, aut non ea hora accidet, qua observatur accidere, subductis enim calculis, nunquam hæc ita aptare potui ut congruerent. Cum enim fiat æquilibrium die quadraturæ, die sequenti incipit periodus, cum nullum sit in aquis impedimentum, nullus motus contrarius, sole igitur oriente, & non luna, intumesceret mare, contra observationem indubitatam.

Addo æstate incipere æstus maturiùs, quàm hieme, eo nempe oriente sole.

Nullam item affert rationem periodi annuæ, nempe quod circa æquinoctia majores æstus accidant, quàm circa solstitia.

PROPOSITIO XVI.

Theorema.

Sententia Patris Theodori Moreti æstum maris, magnetica virtuti Lunæ, tribuentis refellitur.

Hic Author recensitâ æstuum matis historiâ, lunam eorumdem causam agnoscit.

Primò quia periodi æstuum exactè periodo motuum lunarium ita præcisè respondent, ut nulla à tot sæculis notata sit aberratio; retardantur enim minutis 48 in singulos dies.

Secundò, periodus menstrua, æstus in pleniluniis, & noviluniis maximos exhibent.

3. Conchiliorum, & oſſium, immo & plantarum exempla profert, quæ ſucco plena ſunt & turgent in pleniluniis. Aſſerit item ſe vidiſſe hominem cui pars cranii ob vulnus inflictum exempta fuerat, ſubſtituta in ejus locum laminâ argenteâ, quæ in pleniluniis & noviluniis protuberaret, impulſa ſcilicet à copioſiore cerebri ſubſtantia, in quadraturis fatiſceret. Felium oculi lunæ phaſes ſequuntur, lunatici, varias vices ſecundum periodos lunares patiuntur. In ſerendo quam multas ſupra ætatem lunæ obſervare convenit, ſicut & ad ſecanda ligna. His omnibus ſtabilire contendit lunæ in humida præſertim corpora dominatum.

Exinde vim lunæ magneticam adſtruit, ejuſque nonnulla proponit indicia. Primum quod luna eamdem ſemper ad tellurem faciem obvertat, eo modo quo magnes filo ſuſpenſus ſi circumagatur eadem ſemper facie tellurem reſpicit. Lunæ tamen magneriſmum medio tantum lumine exerceri exiſtimat. Ita ut vis attractiva aquarum, in luna eodem modo conjungatur cum illuminatione, ac vis calefactiva ſolis cum lumine.

Demonſtratio. Si luna æſtum maris cieret per virtutem magneticam, nullus daretur æſtus, luna infra horizontem deſcendente. Reſpondet quod luna infra horizontem poſita & aquas in illam partem attrahente mutatur centrum gravitatis terræ, quod fit propius lunæ, & quia centrum gravitatis terræ debet cum centro univerſi convenire, recedit tellus à luna, ut nempe centrum hoc novũ gravitatis in centro univerſi conſtituatur, ideoque aquæ in hemiſphærio adverſo circa hoc novum centrum gravitatis in orbem circumfunduntur, & intumeſcunt, atque adeo duæ ſunt aquarum intumeſcentiæ oppoſitæ.

Dico tamen hunc modum explicandi non poſſe ſubſiſtere. Primò quia ſi aquæ à luna attractæ, quaſi in cumulum ſub ipſa adunantur, non tamen ex hoc pondere adjecto mutatur centrum gravitatis, quia per attractionem illam ſuſpenditur earum gravitatio. Neque enim deſtrueretur æquilibrium, etiamſi ex una parte bilancis adderetur pondus ferreum, quod à valido magnete detineretur ſuſpenſum. Quare tantum abeſt ut centrum gravitatis telluris fiat propius lunæ, immo vero deberet à luna removeri.

Secundò; Si verò etiam ipſa terra versùs lunam attrahitur, ſequitur alia contradictio, nempe quod centrum gravitatis eius aſcenderit, & quod ipſa deſcendere debeat.

Tertiò. Quare tellus aſcendit, & non potius luna deſcendit? omnis enim attractio mutua eſt, in eoque fit motus, in quo minor eſt ad motum reſiſtentia. Denique pondus additum aut ſubtractum telluri, eam de loco ſuo non deturbat, cum alia habeat firmitatis principia, qualis eſt virtus magnetica, quare prædictus author huic mutationi centri gravitatis diffidens aliam explicationem ſubjungit.

Uult igitur hanc aquarum intumeſcentiam ſub luna, cum ea moveri ab ortu in occaſum, donec in littora incurrat, cum enim ulterius progredi non poſſit, à luna deſeritur, atque adeo regreditur, & ſubſidit, & hoc motu acquirit impetum, quo ad modum penduli, fluctuet, hoc eſt aſſurgat, & detumeſcat. Hæc tamen explicatio in eo deficit, quod tempus inter duos æſtus ex latitudine maris videatur determinare quæ cum varia ſit, periodum à lunari diſcrepantem produeet.

Secundò, Experientiæ ſatis oſtendunt intumeſcentiã non oriri à luna attrahente. Si enim hoc ita ſe haberet dum luna oritur apud Canadenſes aqua deberet à littoribus recedere, ut ad lunam accurreret, atque ita luna Oriente refluxus inciperet.

3 Luna tropicum Capricorni decurrente, & circulum noſtrum meridianum, deberet eſſe apud nos maxima detumeſcentia, cum tunc diſtet luna à nobis gradibus 73.

Quartò, Æſtus maximi acciderent in Zona torrida.

Quintò, Si hæc virtus magnetica eſt independens ab illuminatione, æſtus in quadraturis & in pleniluniis æqualis eſſet. Si verò dependet ab illuminatione in noviluniis nullus eſſe deberet. Deinde æſtus non deberent eſſe æquales nono, & ſeptimo die; decimo, & ſexto, undecimo & quinto &c.

PROPOSITIO XVII.

Theorema.

Cauſa probabilior æſtus maris explicatur.

Neſcio an melius mihi quam aliis nodum hunc extricare contingat, cum facilius aliorum opiniones rejiciantur, quam aliquid conſtituatur quod ſatisfaciat.

Verè quidem negare non auſim eſſe aliquas in æſtu maris lunæ partes cum tot indiciis hæc connexio ſe prodat, an verò ſit cauſa præcipua, an verò adjuvans tantum, noſtrum erit conſtituere.

Dico primò lunam non cauſare æſtum movendo aquas localiter, ut ab uno loco in alium migrent verbi gratia, ut ſequantur lunam.

Probatur. Non eſt in mari talis motus qui ſingulis horis 15 gradus ſeu leucas 300 perficeret, quia ſi hoc eſſet nullus Euripus, nullus fluvius tanta velocitate decurreret, & æſtu delata navigia ab Europa in Americam intra tres horas pervenirent. Non igitur motus progreſſivus in aqua producitur, ſed tantum intumeſcentia aliqua ſucceſſiva quale in fluctibus obſervamus.

Dico 2 hanc intumeſcentiam aquarum, non fieri per ullam attractionem quam jam ſupra rejecimus, quia major foret in Zona torrida. Secundò tantam in æſtibus inæqualitatem obſervamus, etiam in locis eidem meridiano ſubjectis.

Dico 3 multos effectus naturales periodicos fermentationi eſſe tribuendos.

Aſſertio aliter quam inductione probari non debet.

Primò quidem omnia elementa motibus nonnullis reciprocis ſubjacent, ut verno tempore ſuccus aliquis è terra erumpit, & ad ſummos procerarum arborum ramos, & folia pervenit, autumno verò idem ſuccus radicibus, & tellure reſorbetur, eſtque quaſi fluxus & refluxus annuus. Aliæ periodi ſunt plurium annorum, terræ enim, prata, arbores ſuas periodos habent, certiſque annis fertiles ſunt, aliis verò quaſi exhauſtæ quieſcunt.

Aliæ reciprocationes diurnæ ſunt, ita in loca mineralia, & paluſtria certis diebus tetrum odorem exhalant, aliis verò minimæ. Ariſtoteles aliquam in ipſo terræ motu, & ſucceſſione periodum agnovit. Aſſerit enim in majoribus terræ motibus, quadrageſimo die, ſucceſſiones illas redire, ita ut liceat quaſi æſtum agnoſcere, dum erumpit hic ſpiritus vehementior, & refluxum dum vires

quaſi

Digitized by Google

quasi reparat, & concoquit, donec exhausto toto illo fermento perfecta quies sequatur. Quod autem res ita se habeat, & quod hi spiritus quasi resorbeantur, affert signum aliquod Aristoteles, nempe quod toto tempore quo viget illa motus terrestris periodus, nulli venti vehementiores nullæ tempestates excitentur, sed summa vigeat tranquillitas. Nempe hi spiritus terræ visceribus inclusi, aërem non commovent.

In aëre similem alternationem observamus. Primò venti currunt, & recurrunt, secundò quilibet ventus non eodem tenore adspirat, sed per vices, modo vehementioribus modo remissioribus flatibus. Ut plurimum septimus nonnunquam decimus maximus est. Ut autem ab his universalibus ad particularia exempla hujus fermentationis descendamus, Vina non tantum in cupa dum adhuc uvis permixta sunt, sed etiam in doliis recondita à fundo commovent omnes fæces, & quidquid acinorum, pellicularum, & sordium permixtum habent eructant, idque potentius quo magis fuerint generosa. Immò per anni decursum, aliquando agitantur, præsertim verò dum florent vites. Immò affirmant cœnopolæ dolia summè plena nonnunquam uno digito deficere, postea verò illud damnum resarcire.

In cervisia paulò minor observatur vicissitudo. Sensibilior in fimo, qui ubi per dies aliquot coacervatus, & quietus permansit, calore intus aucto spiritibusque sensim à crassiore materia secretis, aut per divisionem materiæ in partes minutiores, & minus motui resistentes, hanc molem agitant; pluriesque erumpunt, remittitque ille fervor, donec reparatis viribus rursus motum concipiant. Innumera habemus exempla etiam in rebus quibuscumque obviis hujusmodi peridiocè iteratæ eruptionis, præcipuè ubi corpora heterogenea permixta fuerint. Animadverti enim sæpissimè dum in aliquo horti angulo reponuntur variarum herbarum folia, & caudices, ut crambes, cæpæ, allii, brassicæ, & aliorum ut computrescant, licèt omnia permixta sint idemtidem tamen unius tantum generis odorem afflari, postea verò alterius generis, ita ut hæ materiæ suas habeant vices.

Hanc fermentationem tanquam unum ex præcipuis suæ artis principiis chymici agnoscunt, qui multùm reponunt industriæ ut harum periodorum fines, & circuitus observent, iisque se accommodent. In plantis enim & animalium seminibus ut in ovis, ita sunt statuta tempora, ut ea præverti non possint: ita videmus frumentum in Americanis insulis, etiamsi seratur, herbam tantum producere, eò quòd à continuò calore nimis urgeatur, nec possit sufficienter fermentari, quod in his regionibus per hyemem præstat.

In aliis plerisque hujusmodi periodos animadvertimus, ita poma humectantur, & computrescunt, quo tempore sui generis arbores florere solent. Carnes item quæ sale conditæ, toto anno servantur, eodem interni humoris profluvio vitiantur, quo tempore pecudes ejusdem speciei incitantur ad venerem.

In animalibus quam variæ observentur humorum periodi Medici omnes testantur, celeberrima enim est quadragenaria humorum periodus, dicuntur gravidæ mulieres quadragesimo quoque die malè affici, ita ut si quadragesimo quocumque die fœtus in lucem prodeat, vitalis esse non possit. Solet item inundatio quædam humorum, & purgatio quadragesimo die contingere. Hinc in morbis pestiferis detegendis quadragesimus dies expectatur, ita ut si intra hunc dierum numerum nihil efficiat, cesset omnis hujus mali suspicio.

Sed nulla magis periodica fermentatio in oculos incurrit, & cum materia proposita similitudinem, & affinitatem majorem habet, quam periodicus febrium recursus, in quo duos fermentationis motus expressos observamus. Spiritus enim quasi refluunt, seu ad interiora feruntur fibrasque & musculos quodam rigore perstringunt; hinc frigus, pallor tremor, totiusque corporis concussio, oris hiatus, brachiorum distensio sitis, &c. Sequitur alter motus priori quasi contrarius, nempe fluxus æstus, sudor, dolor capitis. Hoc exacto fluxu, quasi exhaustis viribus, erit quies, donec statuta die, & hora idem paroxismus redeat.

Clarum autem est causam hujusmodi periodorum in fermentatione positam esse, quæ quasi duplicem motum habet, unum contractionis, alterum diffusionis certum est item in corporibus magis mixtis diuturniorem esse periodum, ita ut spiritus expurgati ab omnibus heterogeneis hanc vim fermentationis nullam habeant. Ita asserunt Theriacam ex multis heterogeneis compositam non nisi decimo anno fermẽtari. Cùm ergo corpus humanum quatuor præcipuis humoribus abundet, mirum non est si fermentationem in eo multiplicem observemus, immò prout prævalet aliquis humor crebrius aut tardius fermentatur. Asserunt nonnulli pituitam singulis diebus, bilem altero quoque die, melancholiam tertio fermentari, sanguinem verò esse commune horum humorem vehiculum.

Ex hoc humorum partiali fluxu, oritur septima quaque die commotio generalis quam crisin Medici communiter nominant. Sunt item aliquæ crises quæ in septennium differuntur, ita ut septimus quisque annus propterea dicatur criticus. Neque verò abs re fuerit aperire breviter quomodo generentur febres, ut ex earũ analogia aliquid ad nostrũ institutũ detorqueamus. Febres igitur producit crassior & peregrina materia, primariis humoribus permixta, eisq; fermenti instar adhærens. Extraneus ille succus concoquitur, & ubi sufficiẽter fermentatus est, inundat. Quia tamen crassior est, quàm ut facilè tenuissimos meatus permeet, obstructiones efficit, clausisque præcipuè capillariũ venularum meatibus, prohibet ne sanguis arterioſus venas subeat. Hinc detumescunt venæ, & arteriæ intumescunt. Subtilior tamen hujus extranei succi halitus recedenti sanguini succedit, per venasque & nervos permeans vellicat & pungit, motusque convulsivos efficit, frigusque illud & pallorem. Interea verò cor afflatum hoc maligno halitu fibras restringit, accelerat motum, multúmque incalescit, & obstructionibus dissolutis fit arterioſi sanguinis inundatio. Hæc & alia in febribus notare licèt. Sed ut ad institutum redeamus.

Dico ergo fermentationem esse causam æstus maris.

Explicatur. Sunt in globo terraqueo quatuor quasi humores, nempe aqua, humidum pingue, seu bitumen, mercurius, & nitrum seu sal. Hæc in mixtorum compositione alterantur, fœcesque & sordes contrahunt, atque adèò nisi excoquantur, & expurgentur, ad ulteriorem compositionem reddunturinutiles. Receptaculum commune in quod confluunt hujusmodi humores, est mare. Aqua est

omnium vehiculum, dum enim fontes, rivi flumina, omnem telluris ſuperficiem aut pervadunt, aut lavant, primò terreas particulas ſolvunt, ſalibus omnis generis impræguantur, quæ in mare devolvunt; ita fontes ſalſi, vitriolici, ſulphurei. mercuriales, horum omnium particulas in mare deferunt. Ita ut ſicut ſanguis variis ex cibo aſſumptis partibus cibo imprægnatus confluit ad cor, in quo aſſidua concoctione perficitur, ita etiam hæc diverſorum corporum congeries in mari aſſidua fermentatione. Perficit autem hanc fermentationem nativus terræ calor, qui ſatis eſt intenſus ut in fodinis profundioribus experimur, ita ut in profunditate octoginta orgyarum tantus ſit, ut per breve tantum tempus tolerari poſſit. Cum ergo mare in pluribus locis ad maximã profunditatem deſcendat ideò nativo illo calore incaleſcit. Quæ ratio eſt cur accidant æſtus vehementiores in partibus ab æquatore remotioribus. Dicitur enim eſſe profundius mare in illis oris, ita ut bolide explorari non poſſit. Hanc fermentationem adjuvat nativum frigus aquæ, præcipuè aquæ dulcioris quæ primam ſuperficiem occupat, hoc enim frigus ſpiritus continet, impeditque quo minus erumpant. Hæc forſitan ratio eſt cur in zona torrida remiſſiores ſint æſtus, eò quòd à tepenti aquæ ſuperficie non ſatis cohibentur hi ſpiritus. Hujuſmodi ergo ſpiritus collecti tandem incaleſcunt, conceptoque impetu versùs circunferentiam feruntur, & aquas propellunt.

Dico 2. Intumeſcentiam maris non tam fieri ex attenuatione, & rarefactione aquarum, quam ſpirituum in ea deliteſcentiũ Quia ſi hoc eſſet ſimpliciter æqualiter ubique idem pateretur, ſed non ubique obſervatur æſtus, nec ubique æqualis, imò aliqua maria nullum habent, eo quod his ſpiritibus non abundent. Deinde eodem modo fit hæc intumeſcentia, quo aliæ ex fermentatione ortæ, ſed hæ oriuntur potius à commotione ſpirituum, motu, & expanſione, qua ſibi viam faciunt.

Dico 3. Hos ſpiritus ſuas habere periodos, ita ut poſt eruptionem, etiam ſecluſa omni cauſa extrinſeca, debeant ſubſidere, & reparare ſuas vires.

Probatur. Similem in multis aliis rebus periodicam viciſſitudinem obſervamus. Ita diximus ſupra dies criticos recurrere ſeptimo die, immo ſunt nonnulli qui perfectam in mari cum corpore humano analogiam, & cum quatuor humoribus agnoſcunt. Volunt enim mercurialem ſpiritum ut maximè mobilem bis in die exæſtuare, videtur enim avolare ad primum caloris afflatum, nitrum altero quoque die, bitumen tertiâ qualibet die. Ex hac quaſi combinatione volunt oriri periodum menſtruam, quâ æſtus à quadraturis ad conjunctiones augeantur, & à conjunctionibus ad quadraturas minuantur, ſed iſta non ſunt ſatis certa ut à nobis proferantur. Quare ſine tanta diſtinctione humorum, videmus in omni fermentatione, non continuã ebullitionem fieri, ſed per alternas vices, ut ſenſim augeantur intumeſcentiæ, deinde verò poſt maximam minor aliqua eadem in ventis inæqualitas, quam viciſſitudinẽ etiam in fluctibus obſervamus, ut decimus quiſque ſit maximus, dicaturq, propterea decumanus. Quia igitur adveniẽte ſemper materia quando non fit magna evaporatio, plus adveniat materiæ, quã ſingulis æſtib. depereat, ſecundus æſtus fit major primo, atque ita deinceps uſque ad decimumquartum, qui maximus eſt, & magnam evaporationem efficit, quæ etiam ex odore percipitur. Sequitur enim poſt magnum æſtum teter odor, poſt hunc decreſcunt in dies fluxus donec in quadraturis aut nullus ſit, aut modicus.

Ex his facilè afferes rationem cur aliqua maria nullum patiantur æſtum, ideò ſanè quia nempe carent hujuſmodi ſpiritibus, aut non adſint in ea copia, quæ tantæ moli agitandæ ſufficiat. Quædam item maria vehementius exæſtuant.

Reddes item rationem cur in ſtagnis & lacubus nullus ſit æſtus. Cum enim aqua ſit purior, & altitudo modica, ſi comparetur cum mari, atque adeò quæ non multum deſcendat infra telluris ſuperficiem hujuſmodi non ſunt ſpiritus in aqua, neque à calore terreſtri ſubminiſtrantur.

Reddes item rationem cur duo æſtus contrarii, ſibi invicem in medio mari concurrant, neque enim hæc ſpirituum commotio in toto mari accidit quaſi unica. Dum igitur in duobus locis ſatis diſſitis mare intumeſcit, neceſſariò fluxus aquarum, inde procedentes concurrent.

Dico 4. Aliquas eſſe lunæ in hoc æſtu ciendo partes.

Probatur. Difficile eſt creditu ut ita exactè horum ſpirituum commotionem reſponderent motibus lunæ, ita ut ab initio mundi hæ periodi non diſcreparint, quare probabilius mihi videtur lunam influere. Videmus enim aliquam eſſe lunæ activitatem, ita videmus lunaticos, etiam intra cubiculum clauſos, ſecundum lunæ phaſes malè aut benè affici, quia certam in toto aëre temperiem producit quæ ipſis nocet.

Quomodo autem luna influat in hujuſmodi æſtum, eſt ſatis difficile explicare, non videtur autem per calorem efficere, cum modicus ſit aut minimè ſenſibilis, qui facilè ab aëris frigore hieme præſertim vinceretur. Multi exiſtimant à luna emitti aliquos ſpiritus, qui diſſolvendi vim habeant, afferuntque aliqua experimẽta. Si quis enim lumen lunare ſpeculo concavo colligat, eique verrucoſas manus objiciat brevi tempore verrucæ diſſolventur. Addunt item ſi ſpongiam in puncto foci ſtatuas, colligetur humor. Poſſunt ergo hi ſpiritus lunares vel affines eſſe ſpiritibus æſtum cientibus, non tantum ſecundum ſimilitudinem, ſed quod ſint eorum aut diſſolventia, aut coagula.

In noviluniis quidem, cum nihil ſolaris lucis reflectat, emittit hos ſpiritus qui intra umbram ejus frigefiunt, & in ſuperficiem aquæ incidunt, auctoque etiam frigore, fermentationem adjuvant ſpirituumque marinorum vim augent. In pleniluniis autem attenuati iidem ſpiritus lumine ſolari facilius permeant, ſimulque cum lumine à luna reflexo feruntur, ita ut lumen ipſum, quaſi his ſpiritibus imprægnetur. Itaque in plenilunio graviores humores, bitumen ſcilicet, & nitrum vehementiori diſſolutione expurgantur & fermentantur, in quadraturis verò temperati ſunt lunæ influxus, alioque ut ita dicam à lumine derivati, fermentationem non juvant, atque adeo aut nulla, aut permodica ſequitur. Ita ſæpè ex cauſis contrariis idem effectus ſequitur. Quæ tamen de his ſpiritibus profero non ſatis eſſe comperta fateor.

Dices primò Luna nova majores æſtus accidunt quam in quadraturis; ergo non ſunt à luna quæ non operatur niſi per lumen.

Reſpondeo lunam novam majores habere vires in ordine ad alios effectus quam in quadraturis. Sic enim videmus præcipuas mutationes accidere in noviluniis, ita ut quem tunc curſum ineat aëris temperies, eundem toto menſe obſervet; ſive lumen Solis in Lunæ athmoſphæra refractum, ſecum

Digitized by Google

cum aliquos ejus ſpiritus deferat, ſive ut dixi, quod hi ſpiritus in umbra lunæ refrigerati cõdenſentur, ſive quod illuminatio à partibus Orientalibus ad Occidentales procedat, ſive propter aliam rationem. Nullus tamen eſt dubii locus, quin luna in noviluniis majorem vim habeat quam in quadraturis, etiam in ordine ad alios effectus, ita ut non ſit peculiaris difficultas. Vel igitur tunc potentius agit, vel omnino non agit, atque adeò humores non commoveat, qui in mare recidant; fieri enim poteſt ut utroque modo motum cieat.

Dices 2. Æſtum accidere luna ſub horizonte poſita.

Reſpondeo primò periodum ſpirituum eſſe determinatam, quare poſita una determinatione à luna, poteſt facilè ſequi ſecunda, etiam luna peculiariter non adjuvante. Deinde etiam ſi ſemel tantum in die commoverentur hi ſpiritus, ſequeretur tamen hæc ſecunda fluctuatio. Eodem modo quo vento ceſſante non continuò fluctus ſiſtuntur, ſed per aliquas horas perſeverant. Luna igitur non per calorem, ſed per lumen, & ſpiritus hunc effectum juvat.

Dices 3. Si æſtus produceretur per commotionem ſpirituum, alicubi animadverteretur ebullitio, & commotio. Reſpondeo multos aſſerere ſe hujuſmodi ebullitionem obſervaſſe. Quamvis autem obſervabilis non eſſet nihil inde concluderetur.

In æquinoctiis potius accidunt æſtus, quia tempeſtas humidior eſt, & quia tunc ſol & luna totam tellurem illuminant. In ſolſtitiis verò aliquæ tantum partes illuminantur.

PROPOSITIO XVIII.

Quomodo Nauclerus æſtu maris uti debeat.

Cum æſtus maris aquæ tantum ſit intumeſcentia, de eo non debet nauclerus in medio mari laborare, ubi fluxus aquæ cauſa non eſt; uti nullus quoque ſaltem ſenſibilis in mediterraneo deprehenditur.

Notandum eſt ergo licèt in locis liberis maxima aquæ intumeſcentia quam illius vivum appellamus, tunc contingat quando luna meridianum attigit, non tamen perinde contingere in littoribus, in quibus fluxûs aquæ in varias partes eſt cauſa, qui non niſi determinato tempore poteſt accidere, ita iis in locis æſtum aut citius, aut tardius accidere.

Navarchi noſtri perperam pixidis nauticæ diviſionem, in omnia diviſionum genera transferunt, qui cum diem in viginta quatuor horas deberent partiri, illum in triginti duos rumbos dividunt. Id tamen illi præſtant, & cum affirmare deberent vivum aquæ in Rhea inſula hora tertia futurum, id eventurum dicunt eo in loco in novilunio, vel plenilunio, quando luna erit in Sudeſt. Qui modus loquendi erroribus occaſionem dedit, exiſtimantium azimutales circulos, non autem horarios tempus æſtus determinare, verum eſt æſtum quotidie quadraginta octo minutis hoc eſt duodecim gradibus retardando, rumbi autem undecim gradibus & quarta parte diſtent, hunc reſpectum illum numerandi modum utcumque excuſare.

Ut ſciri poſſit quâ hora in quavis maris parte plenus ſit æſtus, ſciendum eſt qua hora plenus ſit æſtus in eo loco, vel in plenilunio, vel in novilunio, tum retrocedendum tribus horæ quadrantibus pro ſingulis diebus, quod quatuor horas cõflat diebus quinque. Sit exemplum, quæſtio eſt quâ hora plenus ſit æſtus in Rhea inſula die lunæ ſexto. Si die novilunii plenus ibi ſit æſtus hora tertia, retrocedendum quatuor horis diebus quinque, & tres horæ quadrantis addendi pro die 6, tum reſpondendum ſexta die lunæ plenum eſſe æſtum in Rhea inſula hora ſeptima cum tribus quadrantibus.

Poteris autem hâc arte labori computationis parcere. Fiant duo circuli concentrici, quorum exterior ſit immobilis, diviſus in horas viginti quatuor; interior ſit mobilis diviſus in dies viginti novem cum dimidio. Eo autem ordine dies quo horæ diſponantur. Primam diem lunæ ſuper hora conſtitue qua plenus æſtus ea in maris plaga accidit, quælibet lunæ dies reſpondebit horæ qua plenus æſtus eo in loco contingit.

PROPOSITIO XIX.

Catalogus Portuum, & horarum quibus accidit æſtuxus die novilunii, aut plenilunii.

Hiſpaniæ ora maritima.

	Horæ
Ad Taviles.	12
Ad Palos & Ayamonte.	3 1/2
S. Lucar de Barrameda.	2 1/2
Fretum Gaditanum.	1 3/4
C. Carteiæ C. Trafalgar, & C. S. Mariæ.	1 1/4
Ad oſtia Tagi.	3 3/4
In ora Argarbii.	3
Ad S. VES Tones, & Maeſtrol.	3 3/4
Ad Villa Condo, & ad Montego.	3
A S. Andéro, Laredo, & Caſtro.	4
In reliquis locis oræ Hiſpanicæ.	3 3/4

GALLIÆ ORA MARITIMA.

In littore Aquitaniæ *Gaſcogne.*	3
In oſtio Garumnæ.	3
Infra flumen.	3
Brouage Rochelle.	3 1/4
Os ligeris *Loyre.*	3 3/4
Auſtralis ora Britanniæ.	3
Iſle de Ré.	3
Ad Olonam, Bolienas.	3
Bell'iſle.	3 1/4
Garaude S. Nazario.	1 3/4
Ad Fonrenau violentiſſimus Breſt Boleda.	3 1/4
Ad *Uly* & Conguer.	2 1/2
A Uvert & Pennaques.	4 1/2
A C. *Fourne au Four.*	3
Ad inſulam *Uſchant.*	3 1/4
Ultra illam.	4 1/2
A *Breſont.*	6
A Raziu.	7 1/2
Ad Inſulam de bos.	5 1/4
Ad 7 inſulas.	6
Ad Portland.	4 1/2
A *S. Malo.*	9
A *Caen.*	6
Ad Honfleur, & oſtia Sequanæ.	10 1/2
Ad Depam S. Valere.	10 1/2
Rothomagi violentus.	10 1/2
Ad Feſcamp, & littus Normandiæ & Picardiæ.	10 1/2
Carneſul & *Blenchernes.*	10 1/2
	9

Ad

Ad insulam *Hebas*. 5¼
Boulogne. 10½
Caletum. 9

ANGLIA, SCOTIA, HIBERNIA.

Ad insulam Vvicth. 11. 25.
In ejus littore orientali. 9
In syrtibus prope Vvicht. 12
A Uvitht ad *Bevesier*. 8
In portu Artemu. 8¼
A Plimutho ad C. Lezardum. 7½
Plimuti ora occidentalis. 6
Orientalis. 5½
Insulæ *Sorlinges*. 4½
Pessans Musol. 6¼
Faiut Falamui. 7½
Dover Dubrin. 11¼
Ostia Tamisis. 11½
S. Michel. C. Neuton. 5¼
Darmour. lin Boston, Briston. 6
Lund & Hul. 6
S. Nicolas & ante Hul. 9
Ex Morath Lime. 6
S. Helena, & S. Margarita. 11½
Yarmout. 10½
In mari. 9
Foye Formouth. 5½
C. Starte. 7½
Vvinsel. & Porchester. 11¼
C. Bsouve, & Sohapton. 12
Valper, & in ostio canalis. 1½
Flamborouhead. 4½
Ad littora Vvalsiæ. 5¼
Inter Fauvich. Unelmugan in canali. 6¼
Ostia fluvii *Curlid*. 3
Prope Londinum. 3
Schelaven. 11½
Haruvich in portu. 11¼
Extra in mari. 10½
Ad ostia Humbri fl. C. Spotne Bremold Vviaterton. 9
Baruvich in Nortumbria. 3
Tynmout Stokton. 3
Vvilibray. 3
C. S. Tabs, Albrodt & Oetz. 3
In ora orientali Scotiæ. 3
Montrot. 2½
Lith Edenborou. 2¼
Bucahan & Slates. 3
Inter Scotiam & Orcadas. 3
In ora Hiberniæ Orientali Occident. & australi. 1½
Gatafurda, Corca, Semieris & Baiam. 4½
In Hirl. littore occident. 3
In Hirlandiæ portubus australibus. 5¼

BELGIUM.

Dunckerke, Ostende Neuport. 12
Ad flumen Vveper & ad Unx. 12
Ad littora & portus Zelandiæ. 1½
Ut Bergen, Briela midcf.borova,& Upzooa. 1½
Ad Syrtes Zelandiæ contra Flandriam. 3
Flisingæ. 12¾
Ad ostia Scaldis; & Mosellæ. 2¼
Ad ostia Scaldis Mosæ, Goredæ. 1½
Armentiers. 3
Goer. 1½
Aleos dunem. 4½
A Cales ad Gravelingam. 1½
Descendendo ex Flandria versùs Canalem Angliæ. 3
Ad caput Dobla. 3
Cambray. 9
Amesfort, Hardeuvich. 3
Anvers. 6
Amsterdam Dordras Campen. 3
Roterdam, Delfe, Haven, Tuer. 3¾
Enchusa, Horn. Embden. 9
Ante Texeliam. 6
In statione Texeliæ. 7½
A Texelia ad littus australe Irlandiæ. 4½
In littore Holland. extra Flevum. 8¼
Quartuvich, & Sanfoord. 4½
Edam, & Der Noellæ. 1½
Blog. Dorxam, & Vvitlam. 9
Ad ostia Eyder. 12
Ad insulas Iutlandiæ. 12
Ad ostia Amisis ante Flevum. 9
In Frisiæ littoribus. 9
Ante Amburg. & Bremum. 6
Monster. 4½
Straven Harlinga, Groninga, Ameland, Buxam, Oldersum Rottomi. 9
Meleswaard, & Vvangeruoc. 12
Ad portus Ripen, Huysum, numit. 12
Huvir, & Doodebergh. 12
Suarzyth. 4½
Doodeberch. 1½
Ora Juslandiæ. 12

Finmarchia, Finlandia, Livonia, Laplandia, Russia.

Littus Finmarchiæ & Finlandiæ. 1¾
Nort Caep. 12¾
Vadhous. 3
Bosford Laplandiæ. 12
Insula Kildem. 7½
C. S. Mariæ. 8¼
S. Thchers, & Ponoy. 12¾
Mare bianco Laplandiæ & Russiæ. 10
Ad ostia divinæ flu. 6
In portu Morzorem insulæ Candenox. 1½
Ad Insulam Cogien. 3
Ad ostia Pecoræ fluv. 3
Arcangel Russiæ. 6
Deorsum. 7

AFRICA.

C. Spartel. C. Gruer, & Cantin. 3
C. Blancum Africæ. 9¼
Ad capita Matas, & Roxo. 3
Et inde usque ad æquatorem. 3
Promont. Sierra liona. 8½
Ad Caput nigrum. 3
Ab æquatore ad Caput Bonæ Spei. 3
Ad Canariam & Tenerifam. 3

ASIA.

Macai. 8¼
10½
9
11.

AMERICA BOREALIS.

In Floridæ portu S. Aug. 7½

Kebec

Digitized by Google

Kebec in nova Francia.	6
Ad tria flumina.	9

AMERICA AUSTRALIS.

Ad caput Caribum in ſinu Pariæ.	2 1/4
Ad oſtia fluvii Amazonum.	6 1/4
In Porto deſire.	12
In littore Chilenſi.	3

De Ventis.

PROPOSITIO XX.

Quid ſit Ventus?

Ventus eſt perennis aëris commotio tactu ſenſibilis. Hæc mihi videtur definitio ſatis clara per ſe. Nam dum flabello commovemus aërem eodem prorſus modo afficimur, ac dum vento manum exponimus, ergo verè tunc adeſt id totum quod ventum vocamus. Certum eſt autem quod flabello nihil aliud efficimus, quam aëris commotionem; ergo verè aëris commotio tactu perceptibilis ventus eſt. Addidi has voces tactu perceptibilis, quia nempe ſemper aër etiam dum maximè quietus videtur, aliquam commotionem patitur, quam etiam viſu percipimus, in ſolari radio per feneſtram tranſmiſſo; hanc tamen commotiunculam licet viſu perceptibilem ventum non vocamus: ergo hac voce intelligimus aëris motũ tactu perceptibilem. Ita etiam latinè dicimus flabello ſibi ventum facere.

Ex quibus ſequitur ventorum materiam eſſe ipſum aërem, formam autem eſſe ipſum motum: unde ventus ab aëre non niſi accidentaliter differet, quod mirum non eſt, cum pleraque meteora ſint mixta imperfecta, quæ tantum accidentaliter ab iis corporibus differunt ex quibus producuntur.

Videtur quidem Ariſtoteles eſſe in contraria ſententia, qui dicit eſſe inconveniens & contra communem ſenſum, quod vocetur ventus quotieſcumque eſt aëris commotio, ut dum aliquis movetur aërem commovet, nemo tamen dicet flare propterea ventum; ergo ad hoc ut dicatur ventus requiritur aliud, ſicut non dicitur fluvius etiamſi magna aquæ copia moveatur, niſi detur aliquod principium quod talem fluxum aquæ perennet.

Hæc tamen altercatio in quæſtionem de nomine degenerat, ventum voco ipſam perennem aëris commotionem, principium autem à quo talis commotio procedit non eſſe formaliter ventum contendo, ſed tantum ejus cauſam. Sicut fluvium diſtinguimus à fonte licet nullus ſit fluvius qui propriè vocetur hoc nomine, qui fontem non habeat, unde aqua fluens ſi perennis non ſit dicetur torrens.

Videtur autem Ariſtoteles exiſtimare ſimul cum aëre commoto miſceri exhalationem, quæ aërem ipſum ſecum trahat, ideò non potuit ſimplicem aëris commotionem ventum vocare, quia tamen controverſum eſt, an in omni vento talis exhalatio inveniatur. Ideò potiùs definitio tradenda fuit, in qua omnes convenirent quam quæ uni tantum opinioni eſſet accommodata.

Dico primò multos ventos dari poſſe, qui in ſola aëris commotione poſiti ſint, ſine ulla admixtione exhalationis ullius.

Probatur. Dum in camino accenditur ignis, ſentitur ventus ſatis validus ad januam, aut feneſtram cubiculi, præcipuè ſi parvum fuerit: qui ventus tamdiu perſeverat, quandiu continuatur ignis in camino: ſed in tali vento nulla eſt exhalatio admixta: ergo nonnunquam datur aliquis ventus ſine ulla exhalatione admixta, ſi enim ventus hîc admixtam haberet exhalationem: eſſet ea quæ ab igne procederet; ſed hanc non habet admixtam. Si enim exhalatio ab igne procedens hunc ventum cieret, egrederetur per januam, ſed ventus in contrarias partes fertur, & ingreditur cubiculum: ergo nihil habet admixtum. Ita autem ſe res habet: ignis partes ligni attenuat, & in exhalationem aëre leviorem commutat, & cum aër non poſſit facilè deſcendere ad extrudendam eam exhalationem, aliunde ingreditur nempe per januam, & exhalationem ſurſum extrudit.

Idem evenit dum incenduntur agri, aut arundineta paluſtria, excitatur ventus ſatis vehemens ad locum incendii accurrens, qui ventus admixtam non habet hanc exhalationem, quia loco incendii potiùs ſpiraret ventus.

Pariter dum alicubi pluere incipit excitatur ventus ad partem in qua fit pluvia, delatus, quia cum derepente infrigidetur aër in ea parte, minoremque locum occupet, debet alius undique accurrere, ut in locum ejus ſubſtituatur, nempe cum ibi aër infrigidatus minus compreſſioni ab alio factæ reſiſtat, debet neceſſariò ab alio aëre in anguſtias redigi, quod fieri non poteſt ſine aëris commotione.

Quartò dum calefit æolipyla ſemiplena aqua, expirat ventum ſatis validum per ſemihoram integram: ſed in tali caſu, nulla eſt exhalatio permixta, ſed ſolus vapor, qui majorem ſibi locum quærens aërem propulſat & commovet, quare datur ventus, licet nullã exhalationẽ permixtam habeat. Idem dico de cavernis, in quarum aditu ſentitur ventus, in his autem cavernis, ſive aër condenſetur, & externo aëri locum faciat, ſive per calorem telluri innatum aquæ latentes in ſpiritum abeant, ſemper ſequitur ſine exhalationibus ventum produci poſſe, atque adeò eam non omnis venti materiam.

Non eſt etiam dubium quin exhalatio aut accenſa, & ſubita rarefactione ſe extendens poſſit etiam ventos validos producere: experimur enim nitrum accenſum in ventoſam exhalationem commutari, ita à pulvere pyrio dum accenditur erumpit validiſſimus ventus, idem etiam in aliis exhalationibus ſubitò rareſcentibus contingere probabile eſt. Excepta autem ſubita rarefactione vix puto etiam in ipſis exhalationibus vim ullam eſſe motivam. Ponere enim quod exhalatio ubi ſeparata eſt à vapore vim motivam habeat; hoc non ſatis percipio, niſi deorſum cadat, ſi fuerit aëre gravior, aut ſurſum enitatur, ſi aëre levior fuerit. Si verò ſubitò condenſetur, aut rarefiat, ſatis intelligo quod in eam partem feretur, in qua minorem inveniet difficultatem, ſeu quæ minus ejus expanſioni reſiſtet.

Quod verò dicitur ventus exſiccare, quod proprium eſt exhalationis, quæ calida eſt & ſicca. Dicendum eſt primò, multos ventos humidos eſſe, & humefacere. Venti autem exſiccant, eò quòd à corporibus humorem auferant. Et hoc probatur; nam ſi quis linteum in ipſo aëre commoveat tam benè exſiccabit, ac ſi ventus in linteum incurreret. Sicut currendo ventum ſentimus, eò

quòd in aërem incurramus: ergo malè hujuſmodi exhalatio tanquam cauſa materialis venti proponitur.

Ex quibus concludo ventum nihil eſſe formaliter aliud quam perennem aëris commotionem in unam partem, quæ ſi lenior fuerit aura dicetur; ſi incitatior, ventus.

Neque verò dum ventum aëris commotionem nomino, eos halitus excludo qui in noſtro aëre inveniuntur, qui conſequenter cum eo commoventur, & fluunt; hi enim ut plurimum eandem affectionem in nobis producunt, ac venti, immò ab iis petuntur peculiares proprietates quæ ventis tribuuntur. Quare materia venti, erit tota athmoſphæra cum iis omnibus halitibus quos continent, cum ubi cum aëre motum conceperint, ſive ab iis ipſis motus oriatur effectivè, ſive ab ipſo aëre, in ventum, & flatum abire dicuntur, quare & vapores in aëre contenti, & exhalationes terreæ, & ſiccæ, & aliæ pinguiores, quæ meteororum igneorum pabulum, & materiam ſubminiſtrant, ut venti materiam, motum verò & fluxum ut formam venti aſſigno.

PROPOSITIO XXI.

An cauſa proxima efficiens ventorum ſit exhalatio ſicca.

Dum venti eſſentiam in aëris commotione conſtituimus, & ejus cauſam effectivam inquirimus, principium aërem ad motum impellens inveſtigamus. Triplicemque ut plurimum opinionem hic examinandam propono.

Prima videtur eſſe Ariſtotelis, qui ubi ſermonem de ventis aggreditur, ita loquitur cum duplex ſit exhalatio, una quæ vaporis plena eſt, altera fumida; harum quæ humoris majorem copiam obtinet, aquæ pluviæ: ſicca autem ventorum omnium principium & natura.

Ita probatur. Plurimi ventorum effectus, non poſſunt niſi ex vehementi aliquo ſpiritu prodire, ſed commotio aëris ex aliis cauſis, quam ab exhalatione ſicca orta, non oritur ex vehementi aliquo ſpiritu; ergo aliqui ventorum effectus tribui non poſſunt niſi exhalationi tenui, & ſiccæ. Probatur major. Impetus procellarum, quo arbores, & ſylvæ eradicantur, ædificia diruuntur, naves etiam ingentes ſubmerguntur, videntur non poſſe oriri à ſola rarefactione, aut condenſatione, aëris, aut etiam à vapore aqueo, ſed ab aliquo ſpiritu accenſo, qui in multis effectus pulveris pirii imitetur. Hæc tamen ratio probat hujuſmodi procellas, quas in Mexicano circa æquinoctia frequentes eſſe dicunt, & vocant *Oragan* non ab exhalatione tantum ſicca & tenui, ſed etiam pinguiori originem ducere, ea nempe quæ poſſit in pabulum ignis cedere.

2. Incredibile putat ut venti validi, & longum telluris tractum percurrentes, hebdomadam, & ſæpè menſes integros perſeverent, niſi detur aliqua cauſa ſpiritoſa, quæ in eandem partem moveatur, aëremque perpetuò in eam impellat. Sed ut puto admittendo hujuſmodi exhalationem ſiccam non ſolvitur magis difficultas, ſed aliò traducitur; à quo enim talis exhalatio motum habet, non à ſe magis quàm aër, neque enim motum à ſe movetur, ſed tantum aut per rarefactionem, aut per condenſationem, quæ igitur cauſa exhalationem rarefaciet, hæc eadem aut vaporem, aut etiam aërem attenuabit. Ut hæc ratio vim ſuam obtineret, probandum eſſet aut aërem ipſum, aut vaporem, non poſſe ſufficienter rarefieri. Quod tamen non probatur hac ratione.

Tertiò effectus præcipui ventorum tribui non poſſunt niſi ſpiritoſæ alicui ſubſtantiæ, ſiccæ & tenui, non autem vapori, aut aëri: ergo cauſa præcipua ventorum eſt talis materia. Probatur minor. Exſiccatio corporum vehemens eſt effectus aliquis ventorum præcipuus, cum ſæpiſſime magis exſiccet unâ horâ, quam vehementiſſimus ſolis radius per plures dies. Pariter dolores capitis, torſiones ventris, aliaque ſimilia ex ventis oriuntur, quæ nec vapori, nec ſimplici aëris motui tribui poſſunt.

Non videtur mihi ſufficienter probata minor, nempe quod commotio aëris exſiccare non poſſit, neque enim exſiccatio communiter fit per productionem ſiccitatis; ſed per oblationem materiæ aqueæ, ſeu humoris adhærentis. Quod autem ſimplex motio aëris id præſtet, oſtendi jam ſuprà. Si enim quis linteum madefactum in aëre expandat, & agitet, aut currat videbit exſiccari. Immò venti etiam humidi, ut Auſtri qui nempe ſecum avehunt humorem, etiam exſiccant, non quidem ea corpora quæ ſale abundabunt, iis enim adhærebit humor, ſed alia pleraque.

Quartò aſſignata ut cauſa ventorum, exhalatione ſicca, redditur ratio omnium effectuum, proprietatum, & accidentium quæ in ventis notamus: ergo bene aſſignata eſt talis cauſa.

Nam primò ratio reditur cur anni nonnulli ſint pluvii, alii verò ſint ventoſi prout nempe major copia aut vaporum, aut exhalationum ex terra educta fuerit. Pariter cur una regio ſæpè ventoſa ſit, & vicina pluviis obnoxia, quod vix explicabitur ſi eadem ponatur, cauſa ventorum, & pluviæ: ergo diverſa poni debet. Certum eſt cauſam immò & materiam pluviarum eſſe vaporem aqueum; ergo cauſa ventos ciens, eſt exhalatio ſicca. Non tamen id ita intelligendum eſt quod ex eadem regione educantur vapores, in quibus pluviæ ſunt, nec ex eadem regione educantur halitus illi ſicci, & calidi, in qua venti regnant. Nam ſæpe pluit in locis arentibus, ex quibus non niſi ſpiritus ſicci educi poſſunt, & venti regnant in mari, è quo præcipuè vapor aſcendit, cum enim omnis halitus mobilis ſit, variè circumfertur in varias oras, atque adeò non recidunt ſemper in eas regiones in quibus nati ſunt.

2. Videtur ratio reddi cur poſt pluvias ſint venti, & poſt ventos pluviæ, quia nempe cum tellus madefacta eſt per pluvias, facilius cum humore educuntur & halitus ſicci, qui ſine humore educi non poſſunt, ita ut illis vapor, ſit quaſi pro vehiculo, quod in Chymicis ſæpiſſime uſurpatur, ut ad educendos ſpiritus ſiccos, ſæpe admiſcendus ſit humor, qui dividendo compoſitum ſeparat partes volatiles à fixis. Hæc tamen ratio non videtur aliquid efficere, quia ſi ſimul cum halitu ſicco educitur humor, poſſet tam facilè humori educto, quam halitui tribui productio ventorum poſt pluviam. Adde quod hæc ratio non oſtendit cur ſtatim poſt pluviam ſequantur venti, oportet enim expectare donec, rurſus aſcendat vapor, & ab exhalatione ſeparetur, non aſcendit autem vapor niſi à ſole calefiat: ergo prius ſol lucere deberet.

Digitized by Google

beret. Deinde ventus ille qui pluviam ſequitur aliunde advenit, quare magis convenienter dicendum foret, quod exhalationes ante pluviam admiſcebantur cum vapore, quare injectis quaſi compedibus motum ita facilem habere non poſſunt, dum verò decidente pluvia ſeparantur jam motum concipere poſſunt. Hoc quidem communiter in ea opinione dicitur; ſed quia non admitto, quod hæ exhalationes ullum motum habeant niſi per rarefactionem, aut condenſationem, non mihi ſatisfacit hæc ratio.

Datur quidem ratio cur vento ceſſante ſequatur pluvia; quia nempe quamdiu ventus vehementior ſpirat, hoc motu impedit quominus pluvia concreſcat & decidat.

3. Ariſtoteles putat rationem reddi in hac opinione; quate venti polares, nempe boreales & Auſtrales, & vehementiores, & frequentiores, ſint orientalibus, aut occidentalibus. Quæ quidem obſervatio veriſſima eſt in regione, in qua habitabat Ariſtoteles, nempe in Græcia, & in Archipelago, nempe in quo tota æſtate regnant venti boreales, hyeme Auſtrales. Nam in zona torrida plerumque ſpirant orientales, & aliquando occidentales, rarò & polares: quorum poſtea rationem reddemus. Dicit igitur quod viciſſitudo annua ſit acceſſus & receſſus à polis. Cum igitur magis ad polum boreum accedit, ex iis partibus, quæ prius gelu rigebant, ſol educit halitus qui in ventos reſolvuntur, quare æſtate ſpirant boreales venti; cum verò ſol ab eo polo receſſerit, & versùs alium proceſſerit, pauciſſimos halitus ex borealibus partibus educit, plures ex auſtralibus; ideoque regnant auſtrales venti. Sed hæc ratio non magis probat de exalatione quam de vapore.

Probatur quintò. Cœli rubedo ſignum eſt venti; ſed rubedo non eſt in vapore, ſed in exhalatione, quæ tunc ita libera eſt à vaporibus craſſis, ut facilè & brevi in flatum reſolvenda ſit. Fit enim ventus cum corpus tenue circa terram agitatur; exhalatio autem eſt corpus tenuiſſimum.

Hæc ratio bonam conjecturam continet, oſtenditque quod nubes illæ craſſiores, & nigræ non ſint cauſa ſaltem proxima ventorum, forſitan eò quòd radios ſolares arceant, ſimulque totæ non poſſint rarefieri. Et quod aliæ rariores ſint aptiores ad rarefactionem non tamen ſufficienter probatur has nubeculas rubeas, eſſe exhalationem ſiccam. Puto enim quod vapor dum tenuis eſt, & non confertus, poſſit hanc rubedinem exhibere, quæ non tam eſt color ipſius exhalationis, quàm à ſole refractus.

Nonnulli malè adducunt in confirmationem hujus ſententiæ, exemplum Columbi, qui cum non longè ab America verſaretur, eam tamen non videret, ex ventis illinc ſpirantibus, maximos ibi eſſe telluris tractus judicavit. Ipſi enim volunt quod ex validiſſimis ventis id indicaverit, quaſi validiores ſint venti terreſtres, quam marini, eò quòd à terreis halitibus procedant, qui cum ſint calidi, & ſicci, ventum validiorem procreent. Res autem non ita ſe habent, nec dicitur ex vento validiore id cognoviſſe, ſed ſimpliciter ad primam auram quæ ejus genas afflavit, id deprehendiſſe. Cum enim eſſet in ſua arte peritiſſimus, ex tactu ipſo, & qualitate venti, immò ex olfactu diſtinguere poterat ventũ terreſtrem, à marino, quod vel mediocres navarchi ſatis cognoſcũt.

Probatur ergo ſextò ab eodem Ariſtotele præcipuè contra eos qui ita volunt in ſola aëris commotione ſitam eſſe ventorum naturam, ut halitus nihil efficiant. Certum eſt copioſiores eſſe ventos ab una parte quam ab alia, ſed ſi halitus nihil in vento efficeret, non eſſet potior ratio cur potius ab hac parte, quam ab alia; ergo halitus aliquid efficit. Probatur minor. Adeſt ubique aër, ſol eodem modo ſe habet, quare vel ventus orientalis ſemper ſpiraret, vel ſemper aliquis alius. Varietas ergo ventorum quæ tanta eſt in zonis temperatis, ut nulli regulæ univerſali ſubjaceat, oſtendit petendam eſſe hanc diverſitatem ex varietate halituum, qui in his regionibus quam in aliis frequentiores exprimuntur, & à montibus, ſinubus, aliiſque locorum circunſtantiis retinentur, impelluntur, reflectuntur.

Hæ ſunt rationes præcipuæ, quæ exhalationibus calidis, & ſiccis ventorum vim motivam tribuunt, reſtat tamen præcipua difficultas, quomodo aërem moveant in tranſverſum, & cum nullum immotum, alteri motum dare poſſit, præcisè, & immediatè, quærendum reſtat quomodo ipſæ exhalationes motum concipiant. Et primò quidem ſtatuit cauſam motus tranſverſalis ventorum, non in ipſa terra, ſed in ſuperioribus quærendam eſſe, eò quòd exhalatio è tellure motum habeat ſurſum tendentem, nempe motum à levitate ortum. Ergo ſi poſtea alium habet is prope tellurem non eſt; quærendus igitur eſt in ſuperioribus. Quænam autem ſit hîc quærimus, nempe quænam ſit cauſa movens oblique exhalationes.

Ratio difficultatis eſt, quod in rebus inanimatis ſola facultas motiva videatur eſſe gravitas, aut levitas, quæ tamen obliquè non movent.

Circa hoc punctum in varias abivere ſententias Philoſophi, quas hîc recenſeo, & refello. Nonnulli cenſuerunt à Deo, aut Angelis moveri ventos, & afferuntur ſatis expreſſa Scripturæ loca, quibus hoc probetur, & multo expreſſiora, quam quæ pro immobilitate terræ communiter proferuntur. Quamvis autem Deus & Angeli, ut Sanctorum orationibus annuant, ſæpe ventos aut ſedent, aut excitent, ſicut & magi, ut dicuntur nonnulli eſſe, qui ventos vendant, pileo evocent, & Rex Æolus alias eos in utre tradebat. Quamvis item videatur paritas inſtitui poſſe cum Angelis cœlorum motoribus, nihilominus in rebus phyſicis & corporeis ad cauſas ſpirituales recurrere, indignum Philoſopho cenſetur. A Deo quidem petimus ventos, ſicut & pluviam, licet non negemus propterea vim activam rerum corporearum.

Mitto eorum ſententiam, qui ventum dixerunt eſſe telluris reſpirationem, in qua ſententia videtur eſſe Keplerus qui totam ſimilitudinem proſequitur, dumque tellurem magnum animal agnoſcit, nos tanquam pulices in ejus cuti inhærentes efficit.

Prima ſententia quæ non ita abſona videtur, eorum eſt, qui volunt exhalationem abſolute terream eſſe, & eodem modo, quo vapor ſublato extrinſeco agente ſe ad priſtinum frigus reducit, & recidit; ita etiam exhalatio idem efficiat, & relabatur in terram, motum tamen obliquum habeat ab aëre qui circulariter movetur raptus ſcilicet à cœlo. Hæc tamen inter ſe non cohærent, quia primò falſum eſt, quod aër rapiatur à cœlo, ſecundò ſi raperetur à cœlo in Occaſum tantum tenderet, motumque tantum in Occidentem exhalationi tribueret.

Secundò peſſimè alii ad æquilibrium recurrunt, nempe cum in exhalatione terrea gravitatem agnoſcant, levitatem ab extrinſeco calefaciente ipſi collatam volunt, ut dum hæ duæ facultates æquales erunt moveatur in tranſverſum, quod non ſequitur, ſed tantum, ut quieſcat eo modo quo nubes in aëre pendulæ. Unde quamdiu exhalatio levior erit aëre aſcendet, dum fiet gravior rectà deſcendet, dum erit æquè levis in ſpecie ac aër, immota permanebit. Non melius ratiocinantur qui ad partium heterogeneitatem recurrunt, nempe quod aliquæ exhalationum partes ſurſum tendant, aliæ graviores deorſum ferantur, & ex hac diverſitate motuum oriatur mixtus, obliquus, & tranſverſalis. Nam ex mixtione motuum oritur tertius, quoties omninò contrarii non ſunt: ſi verò ſunt contrarii, & æquales, ſequitur quies.

Fromundus & alii volunt quod exhalatio refrigerata, vi gravitatis deſcendat, quia tamen in deſcenſu occurrit aliis exhalationibus aſcendentibus, immò & aëri graviori, & craſſiori obliquat curſum. Sed non facilè concederem exhalationem eductam ſe reducere ad priſtinum frigus & hoc modo innata virtute deſcendere. Sic enim eius natura frigida eſſet, quod tamen non videtur facilè concedendum. Hanc enim exhalationem volatilibus ſpiritibus, artè chymica eductis ſimillimam eſſe exiſtimo, qui niſi ipſis admiſceatur aliquid fixum, quo contineantur, & quaſi vinciantur, ad priorem craſſitiem nunquam reducuntur, etiam quocumque externo frigefaciente adhibito.

Nec diſſimilem puto eſſe Cabæi explicationem, quâ contendit exhalationem vi caloris levem redditam, vi impetus acquiſiti altius aſcendere, quam ferret eius natura, eo modo, quo in pendulis obſervamus, ex quo fit ut ſenſim remittente impetu, rurſus deſcendat, & quaſi fluctuet. Qui deſcenſus & aſcenſus non eſt ſemper ad perpendiculum directus, eò quòd debeat diſjici aër, qui non poteſt rectà deſcendere, eò quòd alius occurrat aër & ipſa terra, quare potius ad latera propellitur, & cum exhalatio ſit valdè mobilis, hunc motum facilè ſequitur. Ideoque hic motus tranſverſalis videtur tantum ex accidenti provenire. Non tamen puto quod tantus poſſit impetus ab exhalatione recidente, aut fluctuante produci, quantum in vento experimur. Si enim pluvia licèt magno impetu deſcendat, validam tamen non producit in aëre agitationem, multò minus exhalatio quæ tenuior eſt.

Quare alium proponit modum explicandi, nempè quod exhalatio ſpiritoſa fugiat vaporem, & hac fuga motum concipiat, nempe dum hi ſpiritus à vaporibus ſeparantur quæ natura ſua ad aqueam revertuntur naturam, refugiunt ea vi qua omnia corpora à contrariis fugiunt, eamque viam arripiunt faciliorem, ſuntque hi ſpiritus, qui omnes meteorologicos motus efficiunt, ſive fulminum, ſive tonitruorum, procellarum, & ventorum. Moventur ergo venti in tranſverſum prout faciliorem inveniunt exitum, ſunt enim facilè mobiles, & impetu facillimo feruntur, immò dum primò aſcendunt, vix unquam rectà aſcendunt, ſed ut plurimum obliquum curſum ineunt. Conducit quidem ad ventorum impetum explicandum, quod ubi aliquæ partes in unam partem feruntur, ſecum rapiunt quoſcumque alios ſpiritus, ſive aſcendentes, ſive deſcendentes, atque hoc modo intenditur eius impetus, & ut exemplo fluminum cum Ariſtotele utamur, ſicut fluvii initio exigui ſunt, augentur tamen nova aquarum acceſſione, ita augentur venti novis halitibus adjunctis.

Hoc tamen principium de fuga contrariorum, eſt difficillimum. Qui diceret hujuſmodi halitus jam liberos ab exhalationibus facillimè in ſe calorem producere, & cum calore agitationem, huic non abſimilem quam in igne præcipuè verò in flamma admittimus, ex quo ſequitur rarefactio, & ad majorem locum occupandum expanſio. Cum autem in ſuprema regione frigus ſit paulò majus, non quidem deſcendunt rectà, quia cum aëre infimo ſint leviores, ab eo ſurſum extruduntur; quare mediam aliquam viam arripiunt, quam nempè faciliorem nanciſcuntur. Sicut ergo ignei ſpiritus à circundante frigore adunati, tantum calorem concipiunt ut igneſcant in fulmina, quidni & ſpiritus calidi, liberi à vaporibus adunentur, & ex illa adunatione calorem ſuum intendant, quem alienis corporibus permixti non poterant, & ex hac rarefactione motum concipiant.

Id igitur videtur habere commodi hæc opinio, quod ſic explicata, inveniat rarefactionem aliunde quam à ſole immediatè ortam. Nec mirum eſt quod talis rarefactio ita oriri poſſit, cum videmus ex eò quòd ſpiritus ignei intra calcem incluſi, aqua totam calcem ſubigente, & quaſi dividente, libertatem aliquam nacti, & à craſſioribus partibus ſeparati, ita agitantur, caloremque producunt, ut totam aquam calefaciant, fumum producant, & ipſi avolent: quidni aliquid tale in exhalatione inveniamus, præſertim ubi à vaporibus fuerit libera.

COROLLARIUM.

Quamvis hæc propoſitio vera ſit vētos ab exhalationibus provenire, nullam tamen attulit rationē, quæ vim, productivam ventorum non aliis etiam cauſis tribueret: quare admitto exhalationes ſæpè ventos ciere, non quidem vi gravitatis, ita ut recidendo hunc motum cauſent, ſed vi ratefactionis, ſive à ſeipſis rarefiant, & agitentur, ſive etiam à ſole, modo tamen ſubita ſit, & copioſa illa rarefactio. Si enim modica materia rarefiat, attollitur potius, quam fluat, & in ventum abeat. Sic ſæpè calore nimio ſedatur ventus, qui ſub nocturnum frigus ingraveſcit, fitque vehementior, eò quòd frigus magis adunet hujuſmodi ſpiritus. Ex qua adunatione majores vires habeant nempe majorem calorem concipiant, ut videmus hyeme, longè ardentiorem eſſe ignem, eò quòd ſpiritus ignei, à circumſtante frigore coërceantur, atque adeo non ita diſſipentur.

PROPOSITIO XXII.

An vapor poſſit eſſe cauſa ventorum.

Secunda opinio eſt Methrodori definientis ventum, aquoſi anhelitus æſtum. Hanc ſecutus eſt Vitruvius qui ventum definit, aëris fluentem undam. Dicitque naſci ventum cum fervor offendit humorem, & impetus fervoris exprimit vim ſpiritus flantis.

Probatur primò à Vitruvio. Ea poteſt eſſe cauſa venti in aëre libero, quæ eſt cauſa alicujus venti, de quo dubitare non poſſumus: ſed in æolipilis fervor, æſtus ſeu calor vehementior, in humorem incidens

Digitized by Google

incidens validum ventum efficit; ergo etiam, in aëre libero æstus in humorem incidens ventum producere potest. Major probatur. Tam benè in aëre libero excitari poterit ventus, ac in æolipila, si adsint omnes causæ eum producentes; sed adsunt omnes causæ, nempe calor, & vapor. Sunt autem æolipilæ æreæ cavæ, hæ aut habent punctum angustissimum, seu foramen, quo aquæ infunduntur, collocanturque ad ignem, & antequam calescant non habent ullum spiritum, simulac autem fervere cœperint, efficiunt ad ignem vehementem flatum.

Confirmatur quia nihil est exhalatu facilius quam aqua, & quod diutius moveatur, nempe quia aqua densior, dum agitatur validè, diutius flatum continuat; sed ad explicandos ventos, requiritur aliqua causa quæ diu perseveret, & quæ ventum per plurimos dies possit continuare.

Probatur secundò. Nisi vapor esset causa ventorum, pauciores essent venti in mari, quam in terra, sed constat experientia in mari multò plures esse ventos quam in terra, ergo vapor potest esse causa ventorum. Neque enim omnes venti qui in mari spirant è terra veniunt, sed in alto mari à peritioribus naucleris benè distinguuntur marini à terrestribus. Probatur sequela. Multò plures educuntur vapores è mari quam è terra, & vicissim plures exhalationes è terra quam vapores, ergo si sola exhalatio esset causa ventorum, plures spirarent venti è tellure, quam è mari.

Tertiò. In his regionibus plures sunt venti dum plures vapores educuntur, nempe vere primo quo colliquescunt nives, tunc maximè sæviunt venti boreales, ergo hæc nivium solutio, multùm confert ad productionem ventorum, nisi enim esset causa ventorum nullo modo ad eorum productionem conferret.

Quartò. Loca siticulosa, & arentia ex quibus vapor non educitur, ventum non emittunt, ergo signum est vaporem aliquid circa ventos efficere. Refert Digbæus cum esset classis Anglicanæ præfectus, & esset vicinus Ægypto, & de reditu cogitaret, cum reliquis navarchis consultasse, quæ via esset tenenda, prævaluit ea sententia quæ ferebat via brevissima redeundum esse, nempe legendum Africanum littus. Ipse vero à reliquis dissentiebat, eò quòd littus Africanum ab Ægypto Tunetum usque siticulorum esset, nullumque propterea ventum emissurum, quod & accidit, duobus enim ferè mensibus ob perpetuas ferè malacias vix illud emensi sunt iter, quod si non nihil ad Septententrionem deflexissent, intra paucos dies perfecissent.

Hæc tamen ratio non omninò convincit, eò quòd dicatur vapor esse exhalationis vehiculum, ideoque nulla emittatur exhalatio, ubi nullus assurgit vapor. Certum est tamen quod quoties confertus est vapor, multusque simul, tunc potius in pluvias mutatur, quam in ventos, cum vero non est multus simul, facilius calefieri potest, ad hoc ut in flatum habeat.

Quintò. Multis experientiis probo vapores etiam cum primum educuntur, si vehementius incalescat, ventos generare. Certum est quod quoties pluit in Delphinatu, & Sabaudia, toties in Provincia, & Avenione sunt venti vehementissimi. Id autem satis explicari non potest quin humor, etiam dum educitur, ventos generet, ergo vapor ventos generat. Probatur minor. Improbabile est quod cum pluvia cadit, ita secernantur exhalationes, ut tunc primum suum effectum habeant, sed melius meo judicio dici posset quod si dum vapor frigefit inveniatur cum exhalatione permixtus, etiam & ipsa cum pluvia descendat. Et de facto pluvia multùm habet sedimenti, agrosque non tantum irrigat, sed etiam pinguefacit. Idem etiam & multò magis de nive dici debet, quæ multas exhalationes producit. Crediderim etiam pluviam dum cadit, ventum generare aliquem, non quidem in eo loco in quo decidit sensibilem; sed in locis paulò remotioribus, vires enim eundo acquirit, eò quòd etiamsi pars una aëris non multum moveatur, dum tamen alia, atque alia instat, motus tandem potest esse sensibilis. Id in mari communiter videmus, quoties alicubi pluere videmus toties ab ea parte ventum expectamus. Secundò dum denuo elevatur vapor si simul multus ascendat, fieri non potest, ut ventum non generet. Cum enim aqua fit vapor occupat locum millies majorem; ergo è suo loco aërem deturbat; quia tamen etiam dum vapor est, non est ab initio toto aëre levior; sed tantum per gradus attenuatur, ideò non ascendit; sed ad latera aërem propellit, & cum semper alius atque alius vapor educatur, tandem incitatur ille motus, ita ut si in aliqua tota regione erumpat multus vapor, id sine vento fieri non potest.

Id autem multis experientiis comprobatem nam in multis locis ros ipse qui nocte decidit, ventum emittit satis vehementem, ita singulis diebus ventus emittitur è Troade in mare vicinum, quia ad tres aut quatuor horas satis vehemens perseverat, totusque derepente deficit, ibi autem nullam exhalationem, sed simplicem rorem animadvertimus. Idem referunt de parte meridionali Cretæ Insulæ, quæ æstate singulis diebus boream emittit ad quatuor, aut quinque horas satis vehementer spirantem.

Nulla ferè regio est inquit Seneca quæ non habeat aliquem flatum intra se cadentem & circa se nascentem. Verbi gratia in Narbonensi Provincia ad Malignonum montem ventus nascitur qui declivitatem ejus non excedit. Pariter in inferiore Delphinatu oppidum est Niontium dictum, prope quod ventus nascitur singulis æstivis diebus, Ponthius dictus ab accolis: qui latitudinem unius milliaris non excedit. Hic à borea flat summeque salutaris est, verè & autumno hora quartâ matutinâ incipit definit circa meridiem, æstate ab aurora ad octavam, hyeme à media nocte ad decimam. Hic ventus alteri causæ melius tribui non potest, quam rori aliisque vaporibus ex his locis continuò erumpentibus. Multus essem si singulos vellem referre ventos regionatios, qualis est Embatis qui Smirneum sinum ingreditur, orituruque æstate cum Sole, intenditurque continuò ad vesperam usque.

Notavi in plurimis locis præcipuè in Insulis Archipelagi dum esset tranquillitas magna, ventum à plaga in qua Sol esset spirare, ita ut mane orientalis esset, qui simul cum Sole meridianus fieret, tum sub Solis occasu, ab Occidente spiraret.

Restat tamen difficultas quomodo vapor in flatum mutari possit. Certum est vehementiorem calorem ex aqua non tantum vaporem efficere, sed etiam ita eam attenuare posse ut in flatum vehementem mutetur, hoc æolypilarum exemplum satis ostendit, & ad hoc genus revocari possunt

venti qui ex cavernis continuò expirant, qui licet initio ſatis lenes videantur, poſſunt tamen vehementius incitari, eò quòd nova ſemper ſufficiatur materia. Mutatur enim aqua ſub iis latens in ventum, & cum per occultos meatus nova ſemper ſubminiſtretur, nunquam hic flatus interrumpitur. Ad hùnc modum revocantur illi omnes venti regionarii, qui ex pluviis aut nivibus liquatis oriuntur. Nempe à calore ſolis attenuatus vapor, antequam aſcendat, fiatque nubes, ſæpè aërem agitat, & ventum ciet: crediderim tamen vaporem confertum, & adunatum in nubem vix poſſe denuò in ventum mutari, ſed in pluviæ materiam cedere.

Secundus modus erit ſi vapori tenui permixta ſit plurima exhalatio, poterit hunc vaporem magis ac magis attenuare, ac in flatum reſolvere. Si enim exhalatio in calce contenta poteſt etiam aquam in vaporem mutare, quidni poterit exhalatio in nube contenta, ſi prævaleat, & calorem concipiat, non tantum ipſa magis ac magis attenuari, ſed etiam vaporem ipſum.

Alii inter quos Gaſſendus qui vaporem tanquam cauſam ventorum agnoſcit, hanc rationem init, nempe ut duplicem in halitu aërem commovente materiam agnoſcat, unam communem & quaſi ſubſtratam, alteram verò ſpecialem, & quæ ventorum diſcrimina faciat, nempe ſi illi corpuſcula frigida, aut calida miſceantur, ventus frigidus aut calidus exiſtet. Non videtur autem ulla materia cui potiùs id muneris tribuatur quam aqua.

Primò quia exhalatu facilis eſt, ubique invenitur, & præcipuè ſub terra ubi calor invenitur, ita ut ſi ſit aliqua regio ſiticuloſa quæ humore careat, venti etiam ſit expers. Quia autem venti ſunt calidi, aut frigidi putat hunc calorem, aut frigus humori imprimi ex variis ſalibus permixtis. Ita videmus ſalnitrum aquæ immixtum tantum frigus aquæ tribuere, ut facilè in glaciem abeat, ſpiritus autem aluminis glaciem facile diſſolvunt, eique teporem tribuunt. Quare venti calidi producuntur quando ſimul cum vaporibus ſpiritus ammoniaci, & aluminoſi aſcendunt, frigidi verò cum ſpiritus ſalinitri, ſaliſque communis.

Hæc quidem ratio valeret aliquid ſi venti materia eſſet humor, ſed poſuimus tantum eſſe cauſam, ita ut vapor non ſit in toto illo ſpatio in quo eſt ventus, ſed tantum aërem agitet. Quare puto probabiliorem poſſe cauſam afferri, nempe quod etiamſi ventus ſolum aërem haberet, ſi tranſeat ſuprà locum arentem & calidum, ſecum avehat ſpiritus calidos, ſi ſupra nives, & loca rigentia ſit frigidus. Nihilominus tamen hæc quam reddit de ſalibus ratio, probabilitatem aliquam habet. Nam ideò dici poſſunt omnes venti è mari procedentes frigidi, eò quòd vaporem admixtum ſale communi contineant. Boreas Smirnis calidiſſimus eſt, licèt Conſtantinopoli, & in freto Gallipolitano ſit frigidus, eò quòd ſupra Troadem quæ arenoſa eſt tranſeat.

Quærit deinde cur venti frigidi ſerenitatem inducant, calidi eam conturbent; voluit quidem ex iſtis ſalibus aliquam rationem reddere, quàm ſatis non percipio. Puto veram rationem eſſe quod calidi ex zona torrida veniant, in qua præcipuè nubes procreantur, & educuntur à ſole, illic vehementius, utpote perpendiculariter agente, deinde in decurſu ſemper vaporem excitant, & è terra ipſa educunt, ex quo fit ut vires acquirant, & in decurſu augeãtur. At verò venti frigidi cum à Septentrionalibus partibus veniant in quibus non procreantur nubes, adventitias ſtatim remittunt, & cum ſuperficiem terræ frigore indurent, non eliciant alios halitus, quare non augentur in decurſu ſed potiùs minuuntur.

Quærit exinde unde tantus oriatur ventorum impetus, tamque diuturnus, qui tantus videtur non eſſe, in ipſa prima eruptione; qui enim regionarii ſunt, ut memoratus Ponthias, alius ad montem ventoſum non longè ab Avenione, aliiq; quamplurimi, in ipſo exortu quam leniſſimi deprehendantur. Ipſe credit talem impetum ex ſalium agitatione provenire. Probat autem ſales irrequietos eſſe, ex eo quòd vaſa terrea permeent, præcipuè verò nitrum, quod ſupra prunas poſitũ ſtatim agitationẽ concipit, & in flammam abit. Spiritus igitur ſalium, præcipuè verò nitri, ubi exilierunt in libertatem, partes aëris commovent, quæ quidem initio motum lentum concipiunt, moventur tamen, & cum continuò urgeantur, motuſque præcedens perſeveret, tandem ad motum concitatiſſimum perveniunt, & quo confertiora ſunt corpuſcula quæ ictus ſuos multiplicent, & repetant. Hic tamen modus explicandi licet bonus, videtur opinionem prius poſitam deſerere, ſic enim non tam vapor erit ventorum cauſa, quam exhalatio vapori permixta. Nihilominus utrumque pro parte ſua aliquid conferet, quod vaporis partes ſalium partes penetrent, dividant, & quaſi exolvant, ut accidit in calce, quæ aqua macerata, commovetur, & in fumum calidiſſimum abit.

Quærit deinde quare venti curſus circa terram potius feratur, quam ſurſum tendat, aut deorſum, dicitque rationem forſitan eſſe quod ventorum corpuſcula neque ſurſum rectà è terra proſiliant, neque omnia ſurſum proſilientia, aëris partes pulſent ſecundum ſuos axiculos, & quaſi centra gravitatis, ideò videtur fieri aliqua diſſultantia in latera. Hæc tamen ratio nihil continet niſi verba, hoc enim ipſum dicit quod quæritur. Recurrit exinde ad poſitum ſpecuum ſubterraneorum, & *in* eam rem montem apud Lanſonem in Provincia perforatum refert, qui ſimul ventum borealem, & auſtralem emittit. Poterant aliæ rationes ab eo afferri; cum enim mobiles illi halitus ſe extendunt cum aër deſuper incumbat, eum non poſſunt ita facilè ſublevare, atque adeo in obliquum feruntur. Vel melius dicendum eſt exhalationem illam quæ movetur, in ea parte aëris moveri, quæ ejuſdem cum ea fuerit gravitatis ſpecificæ, ita ſæpè vento in diverſa delatos obſervamus, nubeſque ſuperiores non ſemper eandem cum inferioribus viam inire, ſed ſæpe contrariam. Sed de hoc jam diximus ſupra.

Ex hoc deduco aliquod principium motus novum afferri, nempe ſpiritus ſalium, qui perpetuò agitentur, adjunctumque humorem ſimili agitatione commoveant. Hactenus enim humoris rarefactionem à ſolis calore ortam agnovimus, aliam ſupra retulimus nempè quod exhalatio ſicca dum adunatur, nonnunquam inflammetur, aut ſaltem maximum calorem concipiat, hîc aliud principium proferimus, quod ſpiritus ſalium ſemper ſint irrequieti, præcipuè, dum ab humore à craſſioribus partibus ſeparantur.

PROPO

PROPOSITIO XXIII.

An aër ſine ullo vapore, aut exhalatione moveri poſſit in ventum.

Certum eſt in zona torrida perpetuum ſpirare ſabſolanum, ſeu orientalem ventum quem ſoli motui telluris tribuere voluerunt nonnulli. Primóque occurrit Rhoault qui dum ſecundùm principia Cartheſiana ventum orientalem perpetuum ſub zona torrida adſtruere conatur, ventum potius occidentalem inducit. Sic enim ratiocinatur. In omni vortice circa centrum ſuum in orbem circumacto, hoc ſolemne eſt ut partes propiores centro intra minus tempus ſuam circulationem abſolvant, quam quæ ab ipſo ſunt remotiores, ita in magno vortice circa ſolem circumacto ipſa ſolis ſuperficies, maculæque ipſi adhærentes intra 27 dies circiter ſuum orbem abſolvunt, Mercurius intra 4 menſes, Venus intra octo, Tellus intra annum, Mars intra biennium, Jupiter intra 12 annos, Saturnus intra 30. Stellæ fixæ intra plura annorum millia ſuas circulationes abſolvunt, pariter Jovis ſatellites, prout ab eo removentur, majus tempus requirunt, ut illum circumeant. Ita in peculiari telluris vortice luna quæ remotior eſt, intra 27 dies circumvolvitur: ergo materia primi & ſecundi elementi telluri circumfuſa, ita ſe habebit, ut quæ æquatori vicina, paulò tardius moveatur quam quæ polis propior, minores circulos deſcribit. Et cum tellus ab hac materia circumferatur, nec ita tardè movebitur, ac quæ æquatori imminet, nec ita celeriter ac quæ versùs polos jacet, quare ventus Orientalis perpetuus erit, cum materia æquatori vicina tardius ad Orientem feratur quam ipſe æquator. Refellitur tamen hæc opinio ex circunſtantiis hujus venti, qui Sole tropicum cancri percurrente ad trigeſimũ uſque gradũ pervenit latitudinis borealis; Sole verò in tropico capricorni conſtituto, vix ad paucos grad. latitudinis borealis, perveniat: falſitas autem hujus hypotheſis manifeſta videbitur in mari Indico, ventus enim ille Orientalis vix unquam paucis gradibus æquatorem tranſcendit. Secundò in borealibus ventus Occidentalis æquè deprehenderetur ac Orientalis inter tropicos, quod tamen falſum eſt, cum in zonis temperatis incerta lege currant venti.

Tertiò omni tempore extra tropicos ſentiretur hic ventus Orientalis, quia paralleli parum admodum decreſcunt, ita ut differentia inter æquatorem ſit modica, deberetque hic ventus Orientalis eſſe ſenſibilis ad ſexageſimum uſque gradum latitudinis; eſt enim parallelus magnitudine medius inter æquatorem & polum, alia multa dici poſſunt contra hanc rationem explicandi quibus ſuperſedeo, qualis eſt, quod hic ventus Orientalis decreſcere deberet prout ab æquatore recederetur, donec fieret æqualitas.

Ad generalem hunc ventum explicandum eâdem viâ procedendum puto, quo in explicando fluxu illo generali aquarum ab ortu ad occaſum uſi ſumus. Certum eſt ſolem calore ſuo rarefacere poſſe aërem, multóque facilius quam aquas. Experimur enim in thermometris aërem ad minimum caloris afflatum dilatari, ergo dilatati aëris ſuperficies ſit altior reliqua, & cum motus fiat ab altioribus ad decliviora, ſitque altior ea ſuperficies aëris cui ſol imminet actu, aut cui paulò ante imminebat, decurſùs fit in Occidentem, & quamvis initio eſſet exiguus iſte motus, decurſu tamen validior evaderet, ſole ſemper urgente; quamvis item hic motus à ſuperioribus incipiat, inferiori tamen aëri communicatur, adde fluxum etiam aquarum aërem incumbentem prolectare, & ad curſum incitare.

Secundò explicari poteſt per ſimplicem aëris expanſionem, nempe cum aliqua pars aëris de novo radiis ſolaribus perfunditur, dilatatur, majoremque occupat locum; ergo alium aërem propellit, non Orientalem, qui & ipſe dilatat ſe, & à radiis ſolaribus in eodem raritatis ſtatu detinetur, ergo Occidentalem. Poſſunt ad id conferre vapores nocturni, qui ad multò majus ſpatium ampliari poſſunt, quam aër qui jam natura ſua rarus eſt. Suppoſita autem tali determinatione ad occaſum, vapores è mari educti, ſpiritus item calidi, qui cauſant æſtum, in mari, & in aëre ventos ciere poſſunt, eandem viam arripiunt. Hunc modum explicandi confirmat experientiâ, quâ conſtat tempore tranquillo etiam in zonis temperatis, manè cum ſolis exortu auram afflari tenuem.

Multò incitatior eſt iſte motus, quam fluxus aquarum, quia aqua difficilius movetur quam aër, qui mobilior eſt. Adde quod inæqualis ſit maris fundus, multiſque ſæpè ſyrtibus, rupibus, ſcopulis impeditus, quæ omnia eius curſum non parum remorantur, aër ſupra æquabilem maris, ſuperficiem decurrit.

Adde quod aër non ita impingat in littora Americæ, ſicut aqua, quæ tota ſua mole illa verberat, ideoque aut in boream, aut in Auſtrum declinare cogitur. At verò aër ulterius progreditur: hinc benigni illi flatus, qui Braſiliam, Inſulam Sancti Laurentii, & Africæ Orientales partes interdiu afflant, caloremque immodicum temperant. Sole verò Occidente ut plurimum aër ad maria refluit, locum cedit terreſtribus ventis, qui tamen totum Oceanum non pervadunt. In prædictis locis continentis hora nona ad ſolis occaſum perdurat ſubſolanus, in medio tamen mari minus interrumpitur à terreſtribus ventis. Hæ omnes circumſtantiæ prius poſitam opinionem de telluris motu hunc ventum ciente infringunt.

Aliqua tamen venti Orientalis pars, ubi ad littora Americæ ventum eſt, ſimul cum aquis abducitur ad Auſtrum, & boream, præcipuè verò ubi altiores occurrunt montes, cum tam benè à montibus ſiſtatur aëris curſus, quam aquæ. Quare curſum aquarum comitatur ut plurimum ventus, hinc ultra tropicum non regnat hic ventus cum versùs Floridam curſus aquarum ad Septentrionem dirigatur, ibi etiam perpetuo regnant auſtri, aut Auſtrozephyri, qui in Americæ Septentrionalis littoribus vigent. In Hiſpaniæ, Galliæ, Italiæ littoribus frequentiores ſunt venti Occidentales.

Neque verò medium Zonæ torridæ ubique hic ventus occupat. Cum enim ut plurimum ventus ſequatur curſum maris, ab eoque ad talem, aut talem curſum determinetur, aut ab iiſdem cauſis ut plurimum, quibus maria repelluntur, ventorum cursùs coerceantur, inde fit ut quia mare Indicum plus deflectit ad Auſtrum quam ad boream, & propterea, ut maris curſus ad occaſum ſuam reſtitutionem habeat, nonnihil ad Auſtrum recedit, relinquitque ſpatium prope Africam, & Aſiam, curſui contrario. Hem etiam huic vento accidit, nempe circa æquatorem, vicinoſque tractus ad Auſtrum viget hic ſubſolanus; at vero

circa

circa prædicta littora contrarius zephirus, aut zephiro Auſter ſpirat.

Habent item hi venti ſuam periodum annuam prout nempe ſol ad Auſtrum, & boream declinant.

Nonnulli hoc vento communi Orientali ſcilicet, in zona torrida, aut eius contrario in temperatis, omnem ventum explicare conati ſunt, qui præcipuè ſuam originem ex Oceano duceret: ſive quia vapor qui copioſior ex eo educitur, majoris extenſionis eſſet capax, quam ſimplex aër, ſive quia, etiam ex mari ſimul cum aquis educitur exhalatio, quæ in eo æſtum producebat, & in aëre ventos efficiat. Quæcumque tamen ſit hujus rei cauſa, exiſtimant nullum ferè ventum terreſtrem eſſe, ſed ventum hunc communem, verbi gratia, Orientalem in torrida, ubi terras inundavit ſole ſub horizontem ſe condente, nempe ceſſante cauſa, quæ aërem dilatabat, illam ſubſidere, & ad locum ſuum reverti, hincque terreſtres ventos eſſe. Qui ſæpè prope terras ex accidente vehementiores eſſent quam in mari. Hæc tamen opinio peculiaris eſt, unumque ferè tantum Voſſium authorem habet. Dantur enim terreſtres venti qui brevem aliquem tractum percurrunt.

Veriſſimum tamen eſt quod hic ſubſolanus in Zona torrida multùm faciat ad temperandum calorem, inducendamque fertilitatem; quare eæ omnes terræ quibus hic ſubſolanus univerſalis à mari advenit temperatiſſimæ ſunt, eò quòd ſecum vapores avehat frigidamque auram; illæ verò quibus hic ſubſolanus à terris advenit, maximo torrentur æſtu, eò quòd ſecum deferat calidos halitus. Quare tota Africa exceptis iis regionibus quæ fluminibus abundant, humorem ſubminiſtrantibus, huncque ſubſolanum humidum reddentibus, aliæ omnes maximo torrentur æſtu. Quare regna Gualatæ, Arguyni, Hodeni, Genehoæ, regio Jalofforum, tota pene Guinea, Beninum maximo torrentur æſtu, ſicut & Arabia. Excipiuntur tamẽ ea loca in quibus altiſſimi montes, hunc terreſtrem ſubſolanum omnia comburentem coercent, ſicut & accidit Peruviæ quæ licèt ventum ſubſolanum haberet terreſtrem, quia tamen montibus impeditum vix excipit, ideò temperatiſſima evadit.

In Zonis temperatis aliter ſe res habet, nam venti marini hyeme præſertim calidiores ſunt, & terreſtres frigidi; ratio eſt quia mare reſpectu regionum Zonæ torridæ ſubfrigidum cenſeri debet propter humorem quo abundat, reſpectu Zonæ temperatæ calidum eſt propter ſalſedinem ſpirituſque incluſos. Sæpè autem notavi quod hyeme aqua marina teporem habeat, & difficillimè congeletur.

Hæc analogia venti iſtius communis, ſeu ſubſolani in Zona torrida, & zephyri in aliquibus partibus Zonæ temperatæ, cum ſimili fluxu aquarum Oceani poteſt aliquo modo rationem reddere cur certis temporibus, oriantur tempeſtates, eæ præcipuè quæ Oracani dicuntur, quæ communiter versùs Americam accidunt dum fiunt marium converſiones. Nempe maria quæ priùs ad boream fluebant, ad Auſtrum ſe convertunt, nempe dum ſol fertur à tropico æſtivo ad æquatorem, fitque vicinus æquatori, venti enim ſicut & aquæ mutare debent fluxum, quæ mutatio fieri non poteſt ſine aliqua vi, & conflictu.

Sed ut propoſitam quæſtionem ſolvamus, nempe utrum aër poſſit eſſe cauſa ventorum, nempe dum rarefit, aut condenſatur, quamvis quæ dicta ſunt de ſubſolano, videantur probare ex ſola rarefactione aëris oriri poſſe ventum. Quia tamen ubi maximè viget hic ſubſolanus perpetuus, plurimi ſint vapores ex mari educti, & neſciamus an in locis longius à mari diſſitis vigeat idem ſubſolanus, præſertim in locis aridis, & ſiticuloſis, adhuc non probatur ſufficienter, quod ſolus aër rarefactus ventum concitet. Neque enim exiſtimandum eſt quod hic ventus Orientalis totum orbem circumeat, interrumpitur ſæpè eius curſus, oppoſitione montium ut in Peruvia accidere dicimus. Quare videndum eſſet, an in locis in quibus intercluditur aditus vento Orientali, extrinſecus adveniente, an inquam in iis regionibus, ſiticuloſis, & arentibus de novo generaretur, ſi enim in Peruvia nullus eſt ferè ventus Orientalis, nec ab ea ullus talis procedit, dicendum foret ſolum aërem, rarefactum licèt, non poſſe eſſe cauſam ventorum.

Quare concludendum puto ſolam aëris rarefactionem aut condenſationem modicum tantum, & lenem poſſe ventum producere, eò quòd cum jam aër ſit valdè ratus ex ſua natura, non poteſt admodum calore rarefieri, & occupare multò majus ſpatium. Forſitan enim occupat duplò vel triplò majus ſpatium. Adde quod hæc rarefactio aut condenſatio, quaſi per gradus fiat. Multa ſunt quæ me movent ad id dicendum:

Primò quod ex locis ſiticuloſis, & arentibus nulla excitetur aura, licèt ibi aër potentiſſimè calefiat.

Secundò quod vere & Autumno, cum moderata eſt aëris temperies, ita ut nec vehementius incaleſcat, nec nimio frigore addenſetur, vehementiores tamen ſpirant venti.

Teriò, ſæpè dum ſol meridianus ad ſummam raritatem aërem deduxit, & in eo raritatis gradu conſervat, oriuntur venti. Pariter nocte poſt ſummam condenſationem.

Quartò, quia nimis placidè aër rareſcit, modicaque illi addi poteſt raritas; ergo non poteſt motum tam vehementem excitare, qualem in ventis experimur.

Quintò, aër non apparet rarior, aut denſior cum venti ſpirant, ac cum eſt tranquillitas.

Sextò, motus ex rarefactione videtur in omnem potius partem fieri, quam versùs determinatam aliquam plagam.

Concederem tamen levem aliquam auram ex aëris præcisè rarefactione oriri poſſe, quale in aurora afflatur.

PROPOSITIO XXIV.

Vera cauſa ventorum aperitur.

Examinatis priotibus opinionibus difficilè non erit conſtituere, quid certi in hac materia conſtituendum ſit. Exiſtimo ergo primo ventum generari dum copioſus è terra aut aquis erumpit halitus, & vi caloris majorem extenſionem acquirit.

Probatur. Impoſſibile eſt ut magna halituum copia ſimul erumpat quin occupent locum aëris, ſed non poſſunt occupare locum aëris, quin illud propellant, quod ſi halitus copioſus erumpat non poteſt, quin multus ſimul aër impellatur, non poteſt ſimul aër impelli, quin motum vehementiſſimum concipiat; ergo motus aëris vehemens poteſt ex halituum eruptione oriri, qui aër ea parte impelletur

Digitized by Google

pelletur in quâ minor eſt reſiſtentia. Cur autem potius ad latera propellatur quam ſurſum, ideò quia halitus ubi primum erumpunt non ſunt aëre leviores; ergo non poſſunt nec debent aſcendere, propellunt igitur lateraliter aërem & ex ſuo loco ejiciunt; ergo eum fluere faciunt, & cum vi gravitatis telluri innitatur perpendiculariter, maximum circulum decurret. Dixi indifferentem eſſe halitum in hac prima eruptione, ſive ſit eductus ab aqua ſive à mixtis parum intereſt. Cum autem tam aqua in vaporem mutata, quam exhalationes ex terra aut ex mixtis eductæ occupent locum plus quam millecuplo majorem quam antea, magnum in aëre impulſum efficiunt, nec fieri aliter poſſe exiſtimo.

Ad hunc modum puto pertinere auras, quæ manè oriuntur ad primos ſolis radios, ventos etiam regionatios, quos dixi ex rore procedere, ventos aquilonares, ut primum nives ſolvuntur ut vult etiam Ariſtoteles. Quærens enim rationem cur venti Aquilonares ſunt frequentiores (loquebatur reſpectu ſuæ regionis,) ait: quia in polaribus locis ſunt frequentes pluviæ, & conſequenter fit magna evaporatio.

Ad hunc etiam modum revocantur venti, qui paulò poſt pluviam ſequuntur, præcipuè Hyeme, ut dixi quoties pluit in Sabaudia & Delphinatu, vehementiſſimum in tota Provincia ſpirare boream, quaſi pars pluviæ ſubtilior, quæ præcipuè ex zona torrida ortum duxit, illuc rediret in flatus, & ventos.

Hanc venti productionem ſæpè experimur in montibus, nive coopertis; ad primos enim Solis radios oritur ventus ſatis vehemens, immo nonnunquam periculoſus, eò quòd nivem attollat, & ſecum rapiat, & ſæpe viatores pene obruat.

Dico ſecundò quod ſi magna vaporum copia ſimul addenſetur, & in terram decidat neceſſariò fieri in ipſo caſu aliquem ventum.

Probatur non poteſt fieri maxima vaporum ſeu halituum addenſatio, quin à magna extenſione ad minimam reducantur, ſed non poteſt hæc reductio in magna aliqua vaporum copia fieri, quin aër vi gravitatis ſuæ in ſpatium illud replendũ accurrat; ergo fieri non poteſt pluvia, quin alicubi ventus generetur. Hinc videmus quoties alicubi pluit, ventum alibi produci, qui versùs pluviam feratur, quaſi eam disjicere vellet. Hic ventus communiter non fit in eo loco in quo eſt pluvia, nec in eo ſentiri poteſt interea dum pluit, quia non ibi ubi pluit fit ea vacuitas, ſed tantum in partibus ſuperioribus, atque adeò ſuppletur ille defectus à partibus aëris remotioribus. Ubi verò ceſſavit pluvia, tunc etiam in loco in quo pluit ſentitur, ita dicimus & pluviam ſedare ventos, quia ſæpè ventus prohibet pluviam à caſu, & ne ſufficienter concreſcat, ubi verò ceſſat ventus incipit pluvia, atque adeò illum ſedare videtur. Poteſt tamen etiam ſedare ventum, quia pondere ſuo dum decidit, poteſt impedire fluxum aëris præcipuè ſi multus non ſit, nec multum urgeatur. Si enim objectu montis cohibetur ventus, ita ut non tranſeat, quidni pluvia gravitate ſua, ſi copioſius decidat, eundem venti impetum cohibebit. Prodncet item ventum, quia debet aliunde accurrere aër ut ſpatium à vapore condenſato derelictum occupet. Utrum item caſu ſuo poſſit aliquem ventum pluvia producere eò quòd è loco ſuo deturbet aërem, non video difficultatem, non tamen eo in loco ubi actualiter pluit. Id etiam in mari frequentiſſimè notavi ventum flare ab ea parte in qua obſervaretur pluere. Melius tamen quia pluviam adveheret, prius notaretur pluvia remota, quam ad nos perveniret.

Dico tertiò, non tantum vapores, ſed etiam exhalationes dum liberæ ſunt, hoc eſt vel ſolæ ſunt, vel mixtæ pauciſſimis vaporibus, poſſe ſeipſis rarefieri, majorem extenſionem acquirere, aërem loco pellere, & conſequenter commovere.

Probatur primò à poſteriori, textura nubium tenuior, exhalationeſque rubeſcentes, & quaſi fumidæ, ſunt ſignum futuri venti, ſed niſi poſſent rarefieri, nulla eſt ratio cur aërem commovere, & agitare poſſent, ſeu in unam partem propellere, ergo rarefieri poſſunt. Probatur autem quod poſſint rarefieri, primò quidem à ſole, cum enim non ita ſint craſſæ ut radios ſolares arceant, totæ ſimul illuminari poterunt; ergo totæ ſimul calefieri, quod multò melius accidet, ſi non longè à terra verſentur, quia ſi altius fuerint provectæ, jam nimis raræ ſunt, atque adeò vix illis calor majorem addere poterit raritatem. Secundò in media regione, quæ frigidior eſt, vix tantum calorem concipient, impediente ſcilicet frigore, quantum ſi inferiùs exiſtent, ubi major eſt tepor: puto ergo exhalationes tenuiores poſſe magis à Sole rarefieri, quam craſſiores, quæ in pluviam reſolvuntur.

Secundò puto probabilius exhalationẽm calidam & ſiccam ſibi ipſi relictam poſſe calorem ſuum augere, immo & nonnunquam accendi ſi in ea inveniatur materia igni concipiendo aptior. Immo unum notavi, quod vehementiores venti, & diuturniores, ab uno aut altero fulgetro incipiunt. Memini cum navigarem ab inſula Naxo Conſtantinopolin anno 1644. circa 23 Decembris cum placidè navigaremus, nec ita longè diſtaremus ab inſula Icaria, de repente factum eſt fulgetrum ſine tonitru, Navarchus ſubitò exquiſivit ex qua parte viſum eſſet fulgetrum, cumque pixidem nauticam conſuluiſſemus invenimus ad plagam Eſt Nordeſt coruſcaſſe, quem ventum vocant *Græcolevante*, tum navarchus hoc malum eſſe inclamavit ventumque vehementem, noſtræque navigationi, quæ ad Septentrionem procedebat, ab illa plaga futurum prædixit. Nec fefellit eventus, nam cum identidem ad eam plagam reſpectaret Navarchus, intra horam circiter ventus vehemens irruit, qui per tres hebdomadas vehementiſſimè ſpiravit, ita ut regrediendum fuerit, & die Natalis Domini dum ſolemni ſacro adeſſemus, tonitrua reboarint. Loquebatur autem Navarchus ſecundum communem experientiam nautarum, quam etiam ab aliis notatam in pluribus caſibus animadverti; ergo ventus aliquando ſaltem incipit, cum inflammatione exhalationis. Hæc autem inflammatio à ſole non procedebat, cum nox eſſet, ſed quod multa exhalatio ſimul juncta eſſet, & aut à circunſtante frigore adunata aut alia ratione; ergo aliquando poteſt exhalatio majorem extenſionem concipere ex ſeipſa. Quod ſi multa fuit nempe in maximo aliquo tractu, potuit ſucceſſivè hoc modò dilatari, atque ſemper in eandem partem aërem expellere.

Quærunt hic nonnulli an motus venti ſit ab intrinſeco, aut ab extrinſeco, in quo video fieri quæſtionem de nomine, propterea que diſtinguendum puto, vel enim per ventum ſimpliciter intelligunt, aëris commotionem, vel etiam per ventum intelligunt ipſum vaporem, aut exhalationem, quæ par-

tialiter ventus dici poteſt, cum etiam commoveatur, ſitque ſpirabilis ut aër. Si de aëre ſit quæſtio, cum vi innatæ gravitatis movetur ad replendum locum, à vapore condenſato derelictum, motus ille fuit ab intrinſeco, ex occaſione tamen alicujus extrinſeci, nempe ſubitæ condenſationis. Quæ etiam ſubita condenſatio videtur eſſe intrinſeca vapori ſe reducenti ad priſtinum frigus. Cum verò calefit aqua, fitque vapor, an illa major extenſio debeat dici ab intrinſeco, aut ab extrinſeco, quiſque philoſophetur ſecundum ſua principia. Plerique peripateticorum dicunt eam eſſe ab intrinſeco. Licet enim calor ab extrinſeco producatur, volunt tamen ut major extenſio ab ipſamet aquæ ſubſtantia per calorem determinata emanet. Alii dicunt majorem hanc extenſionem à ſpiritibus igneis ſimul permixtis, aquæ molem augentibus fieri, alii volunt ſpiritus igneos agitare aquam, & ejus partes diſtrahere, ita ut miſceatur materia ſubtilis, & ſecundum hunc modum explicandi aquæ expanſio eſt extrinſeca, intrinſeca tamen huic aggregato, quod vaporem vocamus. Dum verò vapor impellit aërem hic, motus reſpectu aëris eſt purè ab extrinſeco.

Dico 4. Secundum eam hypotheſin quæ vult aquam in vaporem mutari, eò quòd illi admiſceantur ſpiritus ignei, aut alii qui ejus molem augeant. Et quia ſunt in ſpecie aëre leviores, aggregatum ex aquæ & ignis particulis fit in ſpecie nonnihil levius aëre, ita partes aquæ particulis ignis inequitant. In illa hypotheſi facilè explicatur, cur poſt pluvias generentur venti. Cum enim vapor in aquam reducitur, ſeparantur partes ignis, & ſubſidente aqua ſolæ remanent, & cum eorum natura in agitatione conſiſtat, incipiunt agitari vapores, ſi qui reſtant, aut etiam aëris partes ab invicem diſtrahere, atque ita ſequitur major extenſio, ex quâ conſequenter ſequitur in unam aut alteram partem motus.

Sunt alii modi quibus ventos nonnulli generari voluerunt, qui cum propoſitis coincidunt, aut ſi aliter explicentur improbabiles ſunt. Volunt nonnulli quod ſi maximus aëris tractus rareſcat, alius aër ipſi incumbens, illum ex ſuo loco extrudat. Ego quidem vix crediderim generari hoc modò ventum, eò quòd aër ſenſim admodum rareſcat. Secundò video quidem quod alius aër gravior eum ſurſum extrudet, non tamen ita ut ventus generetur in unam partem, videmus enim ea quæ in liquidis vi gravitatis ſurſum elevantur, recta ut plurimum aſcendere. Quia tamen videtur non eſſe par ratio de parte minima liquidi rarioris, in medio denſioris poſiti, & de aliquo maximo tractu aëris rareſcentis, eò quòd aër gravior debeat aliunde accurrere: ideò hunc etiam modum admitto.

Multò mihi videtur aptior modus explicandi, ſi nempe aër alicubi cedat, alius qui vicinus eſt, & qui ab aëre ſuperimpoſito premitur accurret, & locum cedentis occupabit. Hoc ita explico. Supponamus ſole recedente à nobis, totum aërem zonæ temperatæ borealis immo & frigidæ fieri frigidiorem; quia cum calidior erat, neceſſariò majorem exigebat extenſionem ab aëre zonæ frigidæ, connitentis in terram, & lateraliter ſeu obliquè in hunc noſtrum, ita conſtringi non poterat, deficiente verò calore minus huic compreſſioni reſiſtit. Accedit quod ſi in eo plurimi continebantur vapores, qui infrigiditati in aquam, aut nives decidant, ſoluſque relinquatur aër, neceſſariò aër zonæ torridæ accurret, reliquumque aërem coarctabit, multò magis ſi aliæ cauſæ ventum producentes in zona torrida inveniantur. Quæ videtur eſſe ratio, cur hyeme plerumque venti Auſtrales regnent, ſaltem in pleriſque locis zonæ temperatæ præcipuè ad initium illius zonæ.

Poteſt autem aër rareſcere duplici de cauſa. Primò ſi calefiat. Secundò ſi minus prematur. Poteſt enim fieri ut aliquando magis, aliquando minus ab aëre ſuperimpoſito prematur, vel quia in partibus ſuperioribus rareſcit, & cum augeatur ejus moles, & altius aſcendat more liquidorum, ſuperinfunditur ad latera, tunc aër inferior minus premitur.

Pariter duabus de cauſis addenſari poteſt, vel quod frigeſcat, vel quod aliunde augeatur athmoſphæra illi incumbens. Sicut enim aqua inferior magis premitur, quo fuerit major ſuperincumbentis aquæ altitudo, cujus manifeſtum ſignum præbent ſalientes quæ altius aſcendunt: hæc tamen major preſſio diu perdurare non poteſt; quia etiam athmoſphæra, cum liquida ſit, etiam in orbem circa centrum terræ circumfunditur. Quare ſi creſcat ejus altitudo alicubi, ut cum magna copia vaporis educitur, vel dum rareſcit aër, tunc ſuperficie ejus altiore facta, ex legibus libramenti fluere debet ad latera.

Hujus variationis in preſſione aëris habemus exemplum inſigne, in experimento hydrargiri, qui non in eadem ſemper ſtatione perſeverat, ſed in diverſis temporibus, varia eſt, ita ut inter maximam, & minimam ejus altitudinem, unius circiter decimæ quartæ differentia intercedat, nempe duorum pollicum ſeu digitorum. Obſervavit autem Voſſius cum procella è mari oritur, deprimi altitudinem hydrargiri, ſecundum menſuram futuræ procellæ, cum verò malacia redit, iterum aſcendit hydrargyrus. E contra verò ſi venti fuerint terreſtres aſcendit. Cujus experimenti variæ reddi poſſunt rationes, ſi tamen de hoc effectu benè conſtaret, eſſentque adhibitæ multæ obſervationes. Ex his concludere potes, Solem ventorum cauſam immediatam non eſſe, neque enim vim ullam habet qua aërem moveat; mediata tamen jure cenſeri debet, quia & aërem rarefacit, & halitus quamplurimos educit. Si luna aliquid efficit in commovendis ſpiritibus, præſtat etiam aliquid in ventos, nam iidem ſpiritus qui mare commovent, ubi eruperunt, etiam ventos efficiunt.

Quare cauſæ immediatiores ſunt primò exhalatio rareſcens, & vapori, & etiam ſi velis aëri majorem tribuens raritatem; vapor item tam dum actu educitur, quam dum condenſatur. Nix etiam multùm facit dum liqueſcit, qui multam exhalationem continet. Habes item rationem cur venti boreales & Auſtrales ſint cæteris, & frequentiores & vehementiores, quia nempe mutationes præcipuè, quæ fiunt tam in frigore quam in calore, cæteræque viciſſitudines, fiunt tam in Auſtro, quàm in borea, hoc eſt ſunt affixæ latitudini terræ; ergo venti potius hanc directionem ſequuntur; ex accidente tamen ab ea rectitudine nonnihil deviant.

Poteſt recenſeri inter cauſas ventorum maris commotio, ſolet enim mare commoveri antequam ventus ingruat, nautæque notare dicuntur certam quaſi ebullitionem etiam ſine ullo vento, quod nonnullis perſuaſit, ventos è mari erumpere, hoc à multis audivi. Quod ſi verum ſit, crediderim multos ſæpè intra aquas ſpiritus agitari, & ſæpè erumpere, aut cum vaporibus, aut ſæpè ſine vaporibus,

Digitized by Google

poribus, qui ſpiritus ubi liberiorem nacti ſunt aërem, extenduntur, rarefiunt, & aërem commovent in eamque partem propellunt, quæ minus reſiſtet. Quare poteſt benè affirmari, dum cietur præcipuè æſtus maris, eos ſpiritus qui ſua commotione aquas attollunt, erumpere in exhalationes eas, quæ ſunt præcipuæ ventorum cauſæ.

PROPOSITIO XXV.

Cur hyeme mare ſit procelloſum, æſtate tranquillum, & cur maximus calor ventos ſedet.

Certum eſt hyeme ſævire procellas in mari, ita ut vix unquam ſit quietum, æſtate verò quietum, ita ut maximè tunc malaciæ timendæ ſint: quod uſque adeò verum eſt, ut antiqui vocarent mare clauſum, nempe ſummè periculoſum reſpectivè ad naves quibus utebantur. Certum eſt item maximum calorem ut plurimum ſedare ventos, qui ſole Occidente plerumque ingraveſcunt.

Dicendum puto quod hyeme præſertim prope tellurem ſæviant venti, eò quòd exhalationes, & vapores, ſint telluri propiores, atque adeò ſi quæ fiat in iis mutatio, in ſuperficiem maris magis ſæviat, quam ſi calore altiùs aſcenderet, ibi enim ſuam exerceret, virtutem. Frigus item unum eſt ex principiis ventorum, dum enim halitus condenſat, accurrit aliunde aër ut locum hunc repleat. Quamvis autem plures æſtate attrahantur halitus, altius tamen aſcendunt, & cum etiam athmoſphæram tranſcendant devolvuntur, at verò hyeme telluri incubant. Propter quam rationem nimius calor altius evocat vapores, & nimis attenuat. Quod dicitur ventos frequentiores eſſe hyeme quam æſtate, id intelligendũ eſt in Mediterraneo. Dubito enim an in borealibus locis, in quibus omnia rigent, frequentiores ſunt venti, quia in Mediterraneo frigus modicum eſt, ſed tepor moderatus. Deinde ſatis vicinum eſt Zonæ torridæ, è qua avehuntur halitus, aëre regionum borealium minus reſiſtente, eò quòd frigore conſtringatur. Accedunt etiam in Mediterraneo cauſæ particulares, hinc enim Atlas mons nivibus ſæpè obſitus, ſæpè Lybicum vehementiſſimum emittit. Libanus aliique Syriæ montes Syrium ſubminiſtrant. Montes Armeniæ minoris in Aſia minori, aut Orientalem ventum, aut etiam Græcum ſuppeditant, cum nempe nonnihil liqueſcunt nives, vel contrarium alliciunt dum vapores addenſantur, locumque præbent.

Dixi item quod ſub veſperam utplurimum ingraveſcunt venti, & quod ſub meridiem ponunt ut plurimum: cum enim aër calefactus à Sole & rarefactus reſiſtit adventanti ejus impetum frangit, dum verò poſt Solis occaſum compreſſionis eſt capax, cedit externumque aërem admittit.

PROPOSITIO XXVI.

Cur venti boreales ſint frigidi, Auſtrales calidi, marini æſtate frigidi, hyeme calidi, è contra terreſtres ut plurimum hyeme frigidi ſint, æſtate calidi.

In genere dicere poſſumus ventum nec calidum eſſe, nec frigidum, cum enim ventus nihil ſit aliud quam aër commotus, aërque ex ſua natura nec calorem nec frigus habeat, alterutrum ex locis per quæ tranſit mutuabitur; tam quia tranſeundo frigefiet, aut calefiet, quam quod ſecum ſpiritus varios deferet. Boreales igitur venti frigidi ſunt, eò quòd in regionibus polaribus ut à Sole averſis, frigus prædominetur, quare & frigidus erit, magiſq; denſus, unde rigidior, & robuſtior; liquida enim corpora, aut ſpirabilia, quò denſiora ſunt eò majorem impetum feriendo producunt cum plures, & confertiores partes habeant. Propter eandem rationem cum Auſtrales nobis ex Zona torrida veniant, ſunt calidiores; quia ſecum ſpiritus calidos deferunt: ſunt etiam minus robuſti, eò quod rariore conſtent aëre, aut etiam ſi velis halitu.

Hoc autem intelligendum eſt communiter, nam venti boreales, ſi per loca arenoſa, & ferventia tranſeant ſunt calidiſſimi, ita boreas qui paſſim frigidus eſt, Smirnis peſtilens eſt & calidiſſimus, quod per Troadem ſiticuloſam, tranſeat.

Venti marini æſtate ſubfrigidi ſunt, cũ enim ſecum deferant ſpiritus aqueos, qui ſunt frigidiores, quam ſit communiter aër æſtivus, ideò ſubfrigidi apparent: hyeme verò quia diximus aquam ſalſam, non poſſe ad tantum frigus pervenire quantum frigefit aqua frigida, aut etiam aër ideo venti ex mari aſpirantes calorem continent. Cæteri verò venti qui terreſtres ſunt, nec ſunt boreales, aut Auſtrales ut plurimum ſequuntur temperiem conſuetam aëris pro eo tempore.

Orientales venti in zona præſertim torrida ex natura rei frigidiores eſſe deberent, eò quòd cum incipiant manè, aërem ſubfrigidum ante ſe propellunt, nihilominus in toto littore Occidentali Africæ ſunt calidi, eò quòd totam pervadant Africam. In littore Orientali Americæ frigidi, eò quòd vaporem è mari eductum ſecum ferant. Occidentales ex natura rei calidi eſſe deberent eò quòd poſt occaſum incipientes, aërem diurno ſole calefactum revehant, diſtinctione tamen opus eſt, orta ex locorum varietate.

PROPOSITIO XXVII.

Cur ventus interruptis vicibus ſpiret, & Auſter, magis quam boreas, & cur boreas major eſt initio, Auſter autem in fine, primus ſerenat, ſecundus pluvias inducit.

Ut primam quæſtionem ſolvant, nempe cur interruptis vicibus ventus ſpiret, utuntur nonnulli exemplo lagenulæ, è qua non continuo fluxu, aqua effunditur, ſed per interruptas vices. Puto tamen exemplum illud, non eſſe ad rem. Ideo enim interrumpitur hic fluxus, quod eodem foramine, & aqua exitum quærat, & aër externus aditum, unde ubi gravitas aquæ prævalet, hæc erumpit, ubi verò externus aër potentior eſt, irrumpit fluxumque aquæ ſiſtit; in vento autem nihil tale invenio, neque enim eadem via, qua ventus progreditur, vapor aut exhalatio irrumpit. Quare aliud magis appoſitum exemplum afferam. Solemne eſt ut artifices, qui organum Pythaulicum conſtruunt, ut folles quam poſſunt proximè machinæ admoveant, arculamque quam poſſunt minimè capacem efficiant, ne ſi canales ventum deferentes majores eſſent, in iis potius aër comprimeretur, quam flueret. Notavi autem ſæpè quod neglecta tali cautione, etiamſi folles

continuo inſtent, flatumque ſubminiſtrent, non tamen uno continuo curſu aër decurrat; ſed interruptis vicibus ſiſtatur, & incitetur. Cujus rei manifeſtum habemus ſignum in fiſtularum ſono, qui conſtans non eſt, ſed idemtidem altius aſcendit quam par eſt, ſtatim ingraveſcit. Ratio eſt quod aër ex follibus emiſſus cum longiores ſunt canales, & arculâ capacior, tantum aërem ante ſe propellere non poteſt; quare cum facilius ſit tantum aërem nonnihil comprimi, quam moveri, addenſatur non nihil; ubi verò addenſatus fuerit, tunc demum fluit, iterumque addenſatur. Idem in vento contingere puto, cum exhalatio aërem propellit facilius eſt eum nonnihil addenſare, quam tantum aërem loco cedere, quare comprimitur nonnihil ante quam currat, ubi verò ſatis fuerit addenſatus, tunc demum movetur, motuque ſuo extenditur, rurſuſque addenſatur. Id videmus evenire in luſorio folliculo, quem ſi percutiamus non ſtatim movetur, ſed prius comprimitur, eaque parte qua percuſſus eſt complanatur: quia facilius eſt aërem folliculo incluſum complanari, quam totum moveri. Hanc puto eſſe veram rationem quâ primæ quæſtioni ſatisfiat.

Hoc poſito principio facilè ſecundum quæſitum expediam, cur Auſter magis ſit interruptus quam boreas, ſupponendo Auſtrum calidiorem eſſe, & boream frigidiorem, facilè reſpondebo. Aër calidus aut tepidus rarior eſt, frigidus denſior, ſed quò denſior fuerit aër, facilius vicinum expellet, nec ita facilè comprimetur, & quò fuerit rarior cum in alium incurret, facilius compreſſionem patietur; ergo auſter magis per vices comprimetur, & dilatabitur quam boreas.

Tertium quæſitum ita perficio. Boreas frigidus eſt; ergo terræ hiatus obſtruit, halituſque è tellure, aut aquis erumpentes cohibet; ergo in decurſu nullũ ab iis ſubſidium, & incrementum habet; ergo totum ab *initio* impetum habet, nullamque virium acceſſionem *in* progreſſu acquirit. Auſter verò calidus eſt, ſuoque calore, & terræ poros aperit, & ex ea exhalationes educit, vapores ex aquis, quæ etiam erumpendo aërem propellunt, & incitant: ergo in progreſſu vires acquirit.

Ex *his* proprietatibus aliæ conſequuntur, nempe Auſter humidus eſt, tum quia ex zona torrida è qua plurimi halitus educuntur ſpirat, tum propter calorem alios in decurſu educit. Mare magis commovet, quia non uno tenore ſpirat, ſed per interruptas vices, ideoque fluctus attollit, & decidere permittit, ex qua agitatione magis interrupta, & calore tepido, oritur nauſea. Malignus item eſt quia cum corpora calore laxet poroſque apetiat, halituſque ſubeat, facilius omnia corrumpuntur ex quo gravantur corpora, & appetentia frangitur. Aquilo contrarias habet qualitates; cum enim frigidus ſit, poroſque ſtringat, minus nativi caloris avolare permittit, ſanus eſt. Si tamen frigidiſſimus eſſet etiam nocivus foret, præcipue vero malè affectis.

Quod pertinet ad pluviam, nempe quod nonnulli venti ſerenitatem, alii verò pluvias inducant. Hoc non ex ipſo vento præciſe, ſed ex variis circumſtantiis pendet.

Primò pluviales eſſe poſſunt venti, ratione locorum è quibus ſpirant, ſi enim per loca vaporibus plena tranſeunt, ſecum plurimum vaporem advehunt, ex quibus ſequitur pluvia.

Secundò ratione locorum ad quæ appellunt, aliquæ enim regiones, ob montium obſtacula nubes à ventis advectas detinent, ita ut facta illarum coacervatione &, ſuperioribus inferiores obumbrantibus, cum ſe ad ſuum nativum frigus reducant, fit pluvia. Hæc ratio optima eſt, & ita frequens eſt in zona torrida, ut juga aliquorum montium æſtatem & hyemem dirimant, cum enim hyems in iis locis pluviis tantummodo definiatur, ſæpè evenit ut ventus vapores advehens, ad montem appellat, vaporeſque coacervet, ſequaturque copioſa pluvia, ex alia vero parte ſit ſumma ſerenitas, & æſtas. Id etiam experimur in multis Europæ locis, nam in Alpibus ſæpè pluit, eò quòd nubes ab Auſtro advectæ ibi ſiſtantur. Dicunt nonnulli ventos circa ſuum principium ſerenos eſſe, circa finem pluvios, primum quidem ſatis crediderim; quia decurſu plurimos vapores colligunt, qui ſatis conferti non ſunt ad pluviam producendam, nam ſi eſſent, non in ventos, ſed in pluviam abirent. Dicitur tamen boreas in Belgio, pluvias producere, cum enim revehat nubes quas Auſter advexit, poteſt, etiam aliquando pluviam efficere, quæ ſæpè validiſſima eſt. Juxta proverbium Gallicum.

Quand il pleuſt de biſe,
Il pleuſt à ſa guiſe.

Non tamen eſt diuturna. Dicitur Danis Auſter ſerenus eſſe, id ſanè ex accidente fieri oportet, ſicut videmus Auſtrum in Provincia non eſſe pluvioſum, tranſeunt enim nubes Auſtro flante; ſed non ſiſtunt; coacervantur autem in locis borealioribus, ibique in pluviam abeunt communiter. Ab antiquis etiam dicitur aquilo ſerenitatem inducere, eò quòd & vapores in aëre exiſtentes vi ſua abigat, ſuoque frigore cohibeat ne novi erumpant. Plinius dicit Aquilonem in partibus interioribus Africæ nubilum eſſe. Univerſaliter tamen ſerenus eſt, quia in iis locis è quibus ſpirat, calor non eſt ſufficiens, ut vapores copioſi educantur; poteſt tamen eas nubes revehere, quæ adhuc in pluvias non abierunt. Ubi boreas vehementior eſt, feneſtræ ad boream obverti non debent, ſed ad meridiem, & in iis regionibus ad meridiem obverſæ ſunt ſalubriores, ſicut & in tota Provincia, eò quòd etiam aura frigidior à meridie æſtate præſertim aſpiret, eò quòd è mari procedat. In Græcia, præſertim in inſulis, feneſtræ aquilonem reſpicientes, tota æſtate frigidiorem auram præbent. Nam æſtate tota ſpirat lenis boreas, quare in iſtis regula univerſalis tradi non debet, cum circumſtantiæ varietatem inducant.

PROPOSITIO XXVIII.

Cur Auſter de nocte ortus, boreas de die, diutius perſeverant, boreas frequentior Auſter variùs ſpirat.

Pro Aquilone hæc ratio videtur afferri poſſe, cum Aquilonis communis productio ex liquatis nivibus oriatur, quæ lucente potius ſole, quam de nocte colliqueſcunt, ideo aquilo de die, quam de nocte potius incipere debet; quod ſi de nocte incipiat, id ex aliqua cauſa accidentali potius, quæ propterea non erit ita diuturna, & conſtans erit, ut quæ ejus naturæ, & generationi accommodata eſt.

Pro Auſtro contraria ratio valet, neque enim ex liquatis nivibus efficitur, ſed potius ab exhalationibus

Digitized by Google

lationibus quæ cum liberæ ſunt, rarefiunt, quæ rarefactio ſolem non requirit. Adde quod hîc viciniores ſimus boreæ, quam Africo, qui licet de die inceperit, in iis regionibus, è quibus ducit originem, non poteſt ita cito ad nos pervenire, ideoque potius de nocte oritur.

Adde quod de die potius flatus qui in torrida naſcuntur determinantur ad ventum Orientalem producendum, quare determinatio ad flandum versùs Septentrionem debeat peti ab alia cauſa quam ſole, qui in iis regionibus ferè ſemper ad Occidentem defert, ideo de nocte potius quam de die incipere debet.

Experientia communis eſt. Dicitur enim ex Homero, Tertia lux nunquam nocturno Aquilone laborat. Andreas Auria Carolum quintum admonuit, ne ex nocturno borea in Africam trajicerer. Ariſtoteles rationem affert, quia tempus nocturnum hebetat vim defectu majoris caloris, unde parum aëris commovet. Spiritus redditur gravior, citiuſque decumbit & vires deponit. Excedens frigus ſpiritum calidum extinguit. Theophraſtus ait boream nocturnum brevem eſſe, eò quòd confertim in modum procellarum ſe effundat. Cum igitur principium ſit imbecille, & ſpiratio ſemper ingens brevis eſſe debet. Quæ ratio cum allata coincidit, nempe quod non habeat conſuetum principium, ſed ad modum procellarum ex halitibus calidis ſe rarefacientibus ortum habeat, qui cum multi non ſint in iis regionibus, diu ſpirare non poteſt.

E contra ſi de die Auſter incipiat, debilior evadit, quia nimia caliditas humorem abſumit & debiliorem reddit, vel nimis elevat, propterea que diximus nimium æſtum ventos ſedare. Cum igitur Auſter oriatur in locis calidis, ſi interdiu incipiat, non poteſt non eſſe debilis ex nimio æſtu. Ex oppoſito boreas oritur ex locis frigidis, unde ſi noctu oriatur, non poteſt non eſſe debilis ex nimia frigiditate.

Frequentius ſpirant boreales venti, quam Auſtrales, quia primi è propinquo veniũt, ideoque vel minimus eorum flatus ad nos pervenit. E loginquo veniunt Auſtrales nec niſi cum validiores sũt ad nos perveniunt. Adde quod boreas ex partibus Septentrionalibus nivoſis, & humidis ad nos veniat. Auſter verò ex ſiticuloſis & arentibus, ſi præciſe ſpectemus regiones nobis ad meridiem oppoſitas, nempe Africam. Addi poteſt quod in zona torrida alia ſit aëris determinatio halituum, nempe ut ventum orientalem producant, atque adeo ex cauſa tantum accidentali oriri poteſt Auſter.

Ad viciniam venti borealis, & diſtantiam Auſtralis revocare poſſumus quod ſtatim poſt Auſtrum ſpiret Aquilo, non tamen ſtatim poſt Aquilonem ſpiret Auſter. Hæc enim ventorum ſucceſſio neceſſariò accidere debet. Cum enim flante diu Aquilone maxima facta ſit aëris coacervatio ad meridiem neceſſariò aliquando refluere debet, & cum remotiores ſimus à partibus Auſtrinis, majus requiretur tempus, ut ad nos uſque perveniant, at verò cum ad Septentrionem flante Auſtro facta pariter fuerit halituum coacervatio, breviori tempore refluendo ad nos pervenit, quia ex loco propinquiore.

Boreas præ cæteris omnibus ſonitum edit, unde boreas dicitur. Id autem evenit quia vehementius ſpirat, aëriſque ut ita dicam ceſſionem prævenit. Hoc eſt dividitur pars aëris ab alia, vel quia humilius fertur, atque adeo plura invenit in quæ offendat vel quia ſiccior eſt. Certum eſt autem quod humiditas ſonum hebetat, & impedit.

Dicuntur flante borea generari mares, quod non exhalentur tot ſpiritus. Poſſet confirmari obſervatione Tartarorum, apud quos plures mares, pauciſſimæ fœminæ procreentur, ita ut propterea in Cinas perrumpere ſint coacti, ut uxores inde ſibi quærerent.

PROPOSITIO XXIX.

De ventis Provincialibus.

Ventos Provinciales voco eos, qui in particulari aliqua regione ſpirantes non longius evagantur, nec maximos tractus percurrunt; ſed brevi ſpatio coercentur. Horum ventorum originem alicui cauſæ peculiari adſcribere debemus, quæ ex variis locorum circumſtantiis petenda eſt, nempe vallium, aut ſinuum flexu, montium jugis, cavernarum receptaculis, fontium, & aquarum latentium ſcaturiginibus, perpetuum vaporem ſubminiſtrantibus. Nempe in montium quibuſdam anguſtiis aër, & vapores ita conſtringuntur, ut in ventum relabantur, & ad propinquas regiones ferantur, ſecundò montes ulterius progreſſuros, in unam partem detorquent. Sic Eteſiæ Smirnis in ventum ferè occidentalem detorquentur, ſinuſque ductum ſequuntur.

Inter rupium & montium anguſtias ventus vehementior eſt. Sicut enim ſub pontium anguſtiis coarctatus fluvius rapidiſſimè fertur, cum tanta præciſe debeat fluere aqua eodem tempore, per anguſtum alveum, ac per latum, debet in celeritate compenſare, quod ipſi deeſt in latitudine. Ita etiam in vento contingere neceſſe eſt, dum enim in montem impingens, & ſecus eius latera præterfluens ad anguſtias pervenit, neceſſariò aëre ſubſequente anteriorẽ impellẽte fit vehementiſſima procella. Ita in Alpibus in monte Ceniſio, in cujus ſuperiori parte vallis eſt quinque, aut 6 milliaribus longa, quæ nonnunquam, ita vehementi vento percellitur, ut nulla fœdior procella in mari ſæviat, certiuſque afferat exitium.

Ex montibus item deſcendunt venti, præcipuè ſi nivibus tegantur, deſcendit & aqua per rivulos, tam apparentes, quam ſubterraneos, qui ventis materiam ſubminiſtrant.

Quod verò ex cavernis nonnunquam ſpirent venti, nemo negare poteſt, cum ſæpè etiam ex ſubterraneis apothecis æſtate præſertim, aura aliqua ſemper aſpiret. Hujuſmodi tamen venti ſæpè noxii ſunt & peſtiferi, tales ſunt nonnulli in Regno Neapolitano. In quo celebris eſt ſpecus Canis dicta, in qua peſtilens halitus ad unum aut alterum pedem tantummodo aſſurgit, ita ut ſi ibi fuerit canis pedibus ſuis nixus, brevi tempore ita deficiat, ut moriturus videatur niſi altius ſublevetur. Hic vapor peſtilens qui ſulphureus creditur altius non aſcendit, ideoque homines ab eo nihil damni patiuntur.

Quomodo generentur jam ſupra diximus cum Æolipilæ exemplum attulimus.

Provinciales venti, non progrediuntur longius, cum enim eorum cauſæ particulares ſint nec longius ſe extendant, effectus etiam ſibi proportionatos habere debent.

Ad hos ventos provinciales revocare poſſumus

Digitized by Google

eos qui post largos imbres alicubi affusos, in vicinas regiones spirant. Sic Aquilo Lugduni spirat postquam pluit in Burgundia, rationem supra attulimus.

Pariter ventos peculiares qui in certis regionibus potius sæviunt, sic mare Lygusticum & Balearicum à Lybico præsertim vento vehementes patitur procellas, quia hic ventus ab Athlante monte totius Africæ altissimo, perpetuisque nivibus obsito descendit, ideoque licet marinum halitum per mixtum habeat frigidus tamen est. In Ligustico præsertim mari ad Genuam magnas strages edit, eò quòd directè adveniat, & hinc à Corsica, inde verò à littoribus Provinciæ, in eum sinum impellatur.

In toto verò Archipelago, & Cretico mari potius sævit syrius, qui ex monte libano, etiam perpetuis nivibus tecto originem ducit, quia propior est huic mari, & vix ad Siciliam pervenit; potest tamen Adriaticum sinum subire, ibique procellas excitare.

PROPOSITIO XXX.

In zona temperata major est ventorum inconstantia, quam in torrida in qua frequentiores procellæ.

Certum est in zona torrida perpetuum ferè semper spirare subsolanum, ita ut constantissimè spiret idem ventus, varietas autem ventorum in solis temperatis observetur, de frigidis nihil ferè certi habemus.

Ratio est quod in Zonis temperatis major sit frigoris, & caloris diversitas, cum enim ventus tam oriri possit ex frigore, quam ex calore, & tam ex condensatione, quam ex rarefactione ubi erit caloris, & frigoris major vicissitudo, major etiam erit ventorum inconstantia. Quod autem in Zonis temperatis talis sit tempestatū varietas, facilè probare possumus, nam in torrida ferè nullum unquam est frigus, sed perpetuus calor, quod ab ipso sole procedit, parum admodum ab eorum verticibus recedente; quare perpetua ferè ibi æstas, solisque pluviis ab anniversario vento procedentibus hyems definitur.

Venti procellosi. Venti anniversarii. Præsagia ventorum. Cur non spirant Etesiæ in Gallia, Italia, &c.

Propter eandem rationē venti hieme & autumno frequentiores sunt, quam hyeme aut æstate. Primò quia vere resolvuntur nives præsertim in montanis locis. Secundò, quia tunc pori telluris aperiuntur, ita ut copiosum halitum emittat, pluviæ item sunt frequentiores. Cum igitur hyeme frigida vix ulli halitus emittantur, cum omnia rigeant, & media hyeme omnia in eodem situ permaneant, vix datur ullus mutationi locus, at verò, vere & autumno, cum calor sit moderatus, & humor copiosus, major ventorum mutabilitas fieri debet.

In torrida frequentiores sunt procellæ & tempestates, quia hæ præsertim à spiritu inflammato, aut rarefactione subita oriuntur, quæ à calore vehementi oritur, in torrida major est calor halitusque ex locis arentibus educti, alii sunt ferventiores: ergo.

PROPOSITIO XXXI.

De ventis repentinis seu procellosis præcipuè de Echnephia.

Hos repentinos, seu procellosos ventos, Aristoteles fulminibus junxit, eò quòd generationem, generationi ventorum non absimilem habeant. Quatuor communiter eorum species recensentur, nempe Ecnephias, Exydrias, Typho, & Præster. Ut tamen tollatur omnis æquivocatio, notandum quemcumq; ventum vehementissimum in mari procellosum censeri, cum in ordine ad submergenda, aut ad littus illidenda navigia, idem præstet, ac supra recensiti, cum tamen harum tempestatum origo, nihil habeat à ventorum communium productione diversum, ab eaque tantum penes magis, aut minus differat: de his igitur procellis quæ diebus integris perseverant hîc non ago, sed tantum de subitis, non diuturnis quæ causam etiam communem non habent.

Echnephias communiter definitur Exhalatio copiosa, & crassa, ferè tota simul ex nubibus excussa, sine gyro, & inflammatione, quæ duæ ultimæ particulæ eam distinguunt à Typhone, & præstera. Ejus productionem benè explicat Aristoteles, quare

Dico ita generari Echnephiam. Simul educitur vapor & exhalatio, cogiturque in nubem, in media aëris regione, exhalatio autem calidior frigidiore vapore coërcita se recolligit, & copiosior adunatur, & incalescit, itaut derepente rarefiat, nubemque seu vaporem circunstantem magna vi impellat, quo nempe minor est resistentia. Si talis exhalatio sulphureo, aut nitroso constet halitu, in tonitrua, & coruscationes convertitur, sin autem spiritus intrà nubem coactus, & coacervatus, materia non constet ita proximè inflammabili, quæ tamen calorem possit producere, fit Echnephias. Seneca eandem ferè Echnephiæ productionem refert. Cum magna inquit inæqualitas ac dissimilitudo corporum, quæ terreus vapor emittit, in sublime eat, & alia ex his corporibus sicca sint, alia humida, ex tanta discordia corporum inter se pugnantium, cum in unum conglobata fuerint, verisimile est quasdam cavas fieri nubes, & intervalla inter ipsas fieri fistulosa, & in modum tibiæ angusta. His intervallis tenuis includitur spiritus, qui majus desiderat spatium, cumque everberatus cursu parum libero incaluit, & ob hoc amplior fit, scindit cingentia, & erumpit in ventum. Videtur tamen hæc explicatio supponere nubes esse solidas, quasi fierent cavitates. Non sunt igitur hæ voces ita explicandæ, sed tantum quod exhalatio vapore ambiatur, & coacervetur, eò modò ferè quo videmus, hyberno tempore ardentiores esse prunas, eò quòd spiritus calidi non dissipentur.

Nonnulli Echnephiam produci volunt, quoties ventus in alium irruit, nempe superior ventus ita impellit alium ventum, ut hoc conflictu deorsum descendere cogat, quamvis hæc probabiliter dici possunt, circunstantiæ tamen Echnephiæ cum hujusmodi productione non satis convenire videntur. Neque enim Echnephias ab alio vento producitur, sed immediatè à nubibus prorumpit, nam ita à multis definitur, subitaneus, & impetuosus ventus prorumpens ex nubecula.

Tales

Digitized by Google

Tales Echnephiæ frequentes ſunt in maris Athlantici ea parte, quæ inter Braſiliam & Africam poſita eſt, præſertim ad Promontorium Bonæ Spei. Item ad terram di Natal. Item ad Guineam ſub æquatore. Audivi etiam ab aliquibus nautis ſatis frequentes eſſe in ſinu Adriatico.

Ita autem generari videntur cœlo ſereno Nubecula, & interdum plures atræ, & ſubnigræ coïre, & nonnihil augeri videntur, è quibus ſtatim prorumpit ventus tanto impetu ut ſi in vela impingat, navim ſubmergat. Remedium autem eſt ut ſtatim complicentur carbaſa; ne ſcilicet ventus in ea impingat. Video tamen in Maffeio hujuſmodi Echnephiam, venti alterius vehementis eſſe præcurſorem, dicit enim quod poſt Echnephiam illum vehementiſſimus Aquilo totos viginti dies tenuit. Quare ut jam retuli ſupra quod ventum vehementem præcedunt nonnunquam fulgura, ut referebam me nonnunquam expertum eſſe, ita ſi exhalatio, quæ intra nubem colligitur non fuerit ſufficiens ad concipiendam flammam potius Echnephias, quam fulgur aut tonitru generatur. Ut autem melius hujus procellæ natura innoteſcat, referam, quæ de eo dicuntur. Eſt non procul à Promontorio Bonæ Spei, mons non in apicem deſinens, ſed planitiem in faſtigio habens, quam Menſæ nomine vocant nautæ. Cœlo ſereno, & mari placido ex ea planitie erumpit nubecula, quæ primo granum hordei videatur quæ paulatim creſcit, oculumque bovis adæquat, tum augetur planitiemque totam tegit, & menſam ſternit, tum tantus ex nubis faſtigio Echnephias prorumpit, ut naves ſi vela expanſa habeant præcipitet. Eſt etiam in Delphinatu nõ procùl à Vienna mons lacum in vertice habens, è quo omnis tempeſtas in illis regionibus oritur. Sub æquatore inter Americam, & Africam frequentes ſunt Echnephiæ, iis præſertim menſibus in quibus nulli conſtantes venti. Primus tantum impetus periculoſus eſt, nam ſæpe aliquandiu durat hic ventus.

In littoribus Guineæ inſignes ſunt. In littore regni Louango Echnephias frequens eſt menſibus Januario, Februario, Martio, & Aprili.

Ad fauces Arabici ſinus mirabilis Echnephias accidit, nempe atra nubes, mixta cum flammeis nubeculis inſtar candentis camini, mox erumpit procella non diuturna, quæ magnam copiam arenæ rubræ in terras ejicit, & nonnunquam caravanen obruit. Probabile eſt vi venti è littore magnam arenæ copiam attolli, quæ etiam nubi hunc colorem tribuat, ut accidit etiam in Lybia.

Volunt nonnulli quod nubes ſua gravitate deorſum vergens, aërem magno impetu protrudat. Hic tamen modus non videtur veroſimilis cò quòd etiam ſi daretur cauſa de repente nubem refrigerans eique gravitatem tribuens, quia tamen in pleriſque hujuſmodi Echnephiis ſubſequentem ventum diuturnum invenio, non video quomodo hic nubis caſus ſatis intelligi poſſit.

Quare ad modum ſupra traditum recurrendum eſt, nempe ut ſpiritus in nube incluſus incaleſcat de repente, & ſæpè flammam concipiat quæ de die non videatur; fiunt enim ſæpè minora fulgetra, quæ de die non videntur & ex eo calore rarefiat viamque ſibi faciat.

Reſtat difficultas quare deorſum feratur, reſpondeo id accidere, quoties in ſuperioribus major eſt reſiſtentia, quam in inferiori parte, eò quòd ſupra nubem major ſit copia aëris aut nubis perrumpenda. Puto tamen id fortuitum eſſe, ita ut ſæpe Echnephiæ erumpant in omnem partem. Probabile etiam eſt, quod ſæpè à navi ipſa aërem commovente determinetur ut eandem viam ineat.

Alia difficultas quæ oritur eſt cur in mutationibus præſertim ventorum, hujuſmodi Echnephiæ oriantur, ut dum poſt Auſtrum, incipit Aquilo. Pariter dum fit tranſitus ab hyeme ad ver, aut ab æſtate ad Autumnum, à ſerenitate ad pluviam & ita de reliquis. Puto rationem eſſe quod cum uno tenore fluit aër, vix bene intra nubem intercipitur exhalatio, dum verò aut pugnant venti, aut fit tranſitus ab una commotione ad aliam facilè commiſcentur vapores, cum exhalationibus eaſque ſæpè intercipiunt. Confirmatur hæc ratio ex eò quòd in hujuſmodi mutationibus communiter producantur tonitrua. Poteſt etiam dici in eo caſu quo Echnephias eſt initium alicujus venti diuturnioris cujus primus tantum impetus eſt vehementiſſimus, id eſſe quod cum fit mutatio ad uno vento in aliam, fit aliqua halituum coacervatio, ex qua fit, ut primus impetus, qua ſuperatur hoc primum impedimentum ex coacervatione halituum ob reſiſtentiam vehementior evadat quam poſtea ubi uno quaſi tenore fluit exhalatio.

PROPOSITIO XXXII.

De Typhone.

Duplicem video hujus vocis acceptionem, nonnulli enim Typhonem cum Oracan confundunt; eò quòd ſicut Typhon in orbem agitur, ita Oracan mutet plagam, hoc eſt ab omni plaga ſucceſſivè ſpiret. Aliam hujus vocis ſignificationem invenio nempe quod Typho ſit ventus pariter è nube, ſed cum gyro erumpens, unde etiam turbo nominatur. Plinius vocat ventum vibratum, hunc Ariſtoteles dicit eſſe ventum indigeſtum, & turbidum, eò quòd à nube è qua erumpit non profectò ſeparetur, ſed partem ejus aliquam ſecum vehat.

Ariſtoteles ita turbinis generationem explicat; dicitque ita in turbine accidere, ac in vento cum ex amplo loco fertur in anguſtias exitum non habens, reſilit: ſed ab aliis venti partibus directè euntibus repulſus cogitur in circulum, ſic volutatur ſpiritus, cum è nube ſegregatus in alterum contra percuſſerit. Quare hic motus circularis ex pugna ventorum oritur. Si nempe ex una parte halitus in plagam aliquam impellatur, ex alia verò in oppoſitum. Eodem ferè modò quo, dum puerorum trochum in diverſas plagas, ex oppoſito impellimus motum illi circularem imprimimus. Eſt tamen aliqua difficultas in halitu, ex eo quòd partes non ſunt ita connexæ, ut unionem habeant, ideoque motus circularis imprimi non poteſt liquidis, aut ſpirabilibus quin contineantur ab aliquo, non videtur autem à quo contineantur halitus. Poſſet tamen aliqua ſimilitudine explicari, nempe cum duo aquæ fluxus ſibi occurrunt, aut contigui in oppoſitas partes feruntur, vortices in medio generantur; ergo ſi duo venti ita ferantur, poterit in medio vortex generari, aut ex duobus coaleſcere. Neceſſarium autem eſſet ad hoc præſtandum, ut duæ partes exhalationis ex duabus partibus nubis erumperent, ſibique aut è diametro, aut ferè è diametro occurrerent.

Alium modum proponit idem Ariſtoteles, exhalatio in nubis cavitate incluſa hinc inde intra ventrem nubis circumvolvitur, & cum tali gyratione

Digitized by Google

tione mota exitum inveniens vertiginem retinet in descensu. Difficultas videtur esse quod hæc explicatio videatur nubem solidam efficere, quæ tamen nihil est nisi vapor. Nihilominus etiamsi nubes soliditatem non habeat, vaporum tamen moles aliquem notabilem locum occupans, etiam resistentiam aliquam habet, debet enim illa moles loco cedere, quod non præstat ita facilè ac aër.

Tertius modus quo hic motus circularis è vento tribui potest, erit in ipsa percussione & allisione venti ad terram, aut mare. Ventus enim ubi nihil obsistit vires suas effundit, ubi aliquo promontorio repercussus, sæpius in se volutatur, fit turbo, similis vortici qui in aquis efficitur, dum illæ in saxum aliquod impegerunt; retorquentur enim, & in orbem flectuntur. Hunc modum sæpè in angulis arearum observamus, ibi enim ventus in vorticem efformatur, quisquiliasque in orbem volutat, & sæpè cum simili gyro in altum evehit. Idem etiam præstat turbo, non enim tantum antennas, vela, sed etiam naves evehit & disrumpit, arenam sæpè, & saxa potest evehere, ita nonnunquam dicitur saxis pluisse.

Tempore frigidissimo, aut calidissimo non accidnnt hujusmodi peocellæ, nimia enim frigiditas extinguit calidam exhalationem, sicut nimius æstus attenuat. Quare vere primo aut sub autumnum accidunt, nempe dum aëris temperies à frigore ad calorem aut vicissim mutatur.

Nonnulli ad Typhonem oracanum revocant, quamvis videatur longè ab eo abesse. Frequens est in Orientali Oceano, præcipuè in mari Sianis, Chinensi,& Japoniæ. Item in insulis sinus Mexicani. Is ex Occidentali, ut plurimum plaga erumpens rapida vertigine circa horizontem volutatur, nempe spatio 20 horarum totum ut plurimum circulum absolvit, impetuque horribili, sævisque turbinibus vasta illa æquora vehementissimè commovens, ingentibus undique fluctibus insurgentibus, qui inter se velut arietantes, & collisi altum navigantibus exitium afferunt. Autumno præcipuè hæc pestis furit, in littoribus præcipuè, & insulis,ingentes arbores evellit, domos prosternit, naves in littus illidit. Prudentiores navarchi hæc maria fugiunt, ita vidimus Hollandicæ classis præfectum Ruyter cum superiori anno 1674, in Insulas Antillas excensionem fecisset, post accepţ tam ingentem suorum militum cladem, cum portum nullum potuisset occupare, non ausus est diutius in eo mari commorari,ne autumno adventante totam classem Oracanis exponeret, ideoque prudenter eam in patriam reduxit.

Hæc tempestas videtur esse conflictus ventorum borealium cum Australibus, nempe quod vicissim spirent, & ab contrariis cohibeantur, ubi nonnihil spirarunt. Sæpè accidunt hujusmodi conflictus, nempe ut undique fiant tonitrua, quæ si ventum conjunctum habeant fœdam oriri procellam necesse est, modò ab hac, modò ab illa parte spirante vento, & statim repercusso, fluctus item franguntur, cum enim ex vento vehementissimo ingentes assurgant fluctus, qui in unam partem devolvuntur, perseverarentque in eam partem devolvi, etiam eo cessante, si ab alia plaga ventus sæviat, alios assurgere fluctus necesse est, qui priorum cursum infringant, & illidant. Ex quo conflictu pessimè haberi naves necesse est. Dum enim unius tantum generis fluctibus permittitur, navis eius motum sequitur, pariterque cum eo, aut assurgit, aut demittitur. Si verò contrarii sint fluctus dum in unam partem impellitur, ab alia verberatur, totum ictum excipit.

PROPOSITIO XXXIII.

De Præstere.

Inter procellas præsterem communiter recensent, qui licet venti impetum habeat,accensionem tamen habet. Cum enim spiritus qui rarefit, fuerit nonnihil pinguior, nempe ex materia constet,quæ ignem concipere possit,dicitur præster.

Cum adeò infrequentes sint hi præsteres, videtur satis difficile eos à fulmine distinguere. Videtur tamen eos distinguere Aristoteles, quod fulmen modicam materiæ accensionem dicat,præster verò majorem, ita ut dicantur urbes integræ præstere arsisse. Nihilominus tamen licet amplior videatur præsteris quam fulminis flamma, minus tamen combustiva est, fulmen enim totum igne constat, in præstere autem pauciores sunt ignis particulæ quamvis suam lucem, aut vicino aëri, aut partibus vaporis quas secum defert,conferat.

Alia differentia præsteris à fulmine in eo posita est, quod cum præstere magnus ventus conjunctus sit, immò nonnulli volunt eum non cum inflammatione è nube erumpere, sed tantum fieri accensionem prope terram. Quia tamen nullum audivi, qui talem procellam viderit aut describat, aut ejus circunstantias omnes referat, præcipuè verò, an cum tonitru erumpat, & sine sono, ideò puto esse aliquam speciem fulminis, nempe materiam, quarum una pars accendatur, alia verò licet non accensa rarefiat,& ventum exciter.Est igitur præster partim Echnephias,& partim fulmen, quod si tonitru adjunctum non habeat, ideò quia materia venti ipsi viam facit, atque adeò cum resistentiam non inveniat,tonitru non efficit.

PROPOSITIO XXXIV.

De ventis anniversariis seu Etesiis.

Anniversarii venti à voce Græca ἔτος Etesiæ dicuntur. In Græcia Etesiæ à Septentrione veniunt. In aliis locis ab Occidente spirant Etesiæ, ut in Provincia saltem maritima. Etesiæ ab Occidente spirant. *Le vent Ponentesque.* In Guasconia Etesiæ Aquilonares non sentiuntur, sed Austrini. Aquilonarium præcipuè generationem hic explicabo quæ recensitis eorum circunstantiis melius intelligetur.

Etesiæ Aquilonares sunt venti boreales paulò post solstitium. In toto Archipelago spirant per quadraginta dies, ab hora diei tertia usque ad noctem,ideoque somniculosi à nautis dicuntur.Causa horum ventorum communiter assignatur resolutioni nivium. Fit autem tunc maxima resolutio, quia partes Septentrionales continuò ferè sole calefiunt, tota item Zona temperata borealis maximè incalescit, ita ut maxima tunc fiat evaporatio. Est tamen aliqua difficultas cur initio veris non oriuntur hi venti, eò quod tunc maxima fiat nivium solutio, etiam in Zona temperata. Respondendum est quod initio veris major copia nivis colliquescat, sed hæc colliquatio non diu perseveret,quia in præcipuis regionibus intra tres aut quatuor dies detegitur humus, & solvuntur nives,

Digitized by Google

nives, tunc igitur oriuntur Aquilonares venti vehementiores, qui non sunt diuturni; ubi vero ad induratas & perpetuas glacies perveniunt, quæ non sunt ita facilè solubiles, expectandus est maximus calor. Hos antecedunt prodromi, qui 6 aut 7 diebus ante incipiunt, suntque infirmiores, cessant de nocte, quia tunc calor est modicus, desinuntque solvi nives. Posset fieri difficultas quòd in locis polo vicinis nulla sit nox; ergo si ex nivibus solutis afflantur Etesiæ, de nocte cessare non debent. Propter hanc rationem credibile est, eos potius ex zona temperata quam ex frigida ortum ducere, sunt autem, etiam in confinio zonæ temperatæ, nives maximæ. Neque vero putarim ex solis nivibus ortum ducere, sed etiam adjuvari ab halitibus, eductis ex locis per quæ transeunt.

Sunt & alii Etesiæ seu anniversarii venti, nempe Austrini, qui etiam post solstitium hibernum flare dicuntur, nempe circa duodecimam diem Februarii. Hi bene possunt attribui solutioni nivium in australi hemisphærio, tardius autem veniunt, quia ex longinquo.

Quæri posset cur in Italia, & etiam in Gallia, non spirent hi Etesiæ. Respondeo id evenire ex Alpibus quæ totam Italiam circumdant, Galliamque ab Italia dirimunt. In iis etiam jugis plurima sunt juga quæ perpetuas nives habent, atque adeo alios flatus, & ventos emittunt, qui si bene notarentur, certam legem haberent, quamvis sæpè dum montes sunt vicini, sint altiores quam ut planitiem afflent. Spirant sæpe Etesiæ in altiori æthere. Audio Etesias esse apud Vascones, qui Australes sunt, qui forsitan ex Pyrenæis montibus ortum ducunt. Ex quibus item oritur ventus qui fere tota æstate ab occidente, aut à Lybico aspirat. Alii ejus originem Athlanti monti tribuunt.

Hi venti omnes non habent regulam ita certam, ut nunquam deficiant. Prout enim nives copiosiores, aut minus abundantes fuerint uno anno quam alio, Etesiæ etiam vehementiores & diuturniores sunt. Ita referunt nonnulli quod aliquibus annis, quibus defecit nix in Creta insula, hyemales Etesiæ defecerunt. Quod si verum sit, ii non ex polo antarctico erunt accersendi, sed è propinquo, & cum spirent uno circiter mense ante æquinoctium vernum, dicendum erit, quod si quæ sint nives in Africa, quæ Sole jam propinquo liquescant, eæ Etesiis hyemalibus materiem subministrent.

Nonnulli Etesiis inundationem Nili tribuunt; malè tamen; dantur enim aliis temporibus Aquilonares venti, vehementiores quam sint Etesiæ, qui per octo & 10 dies perdurent, qui tamen nullam innundationem in Nilo producant; ergo Etesiis tribui non debet. Crediderim tamen Etesias aliquid etiam ad eam conferre, nempe cum pluit in iis regionibus ex quibus oritur Nilus, tunc augetur. Quod si accidat eodem tempore Etesias spirare, remorantur cursum fluminis, & mare in eamdem partem impellunt; unde mirum non est si augeatur aquarum superficies, aliis aquis succedentibus. Multi circa Nili inundationem mira narrant, variasque circumstantias afferunt, ut augeant difficultatem, quæ ferè omnes sunt falsæ. Augetur ergo Nilus sicut & reliqui fluvii ex pluviis, non quidem iis quæ fiunt ad eorum ostia, sed iis præsertim quæ accidunt circa eorum originem.

Circa alios anniversarios ventos qui in variis Provinciis observantur, nihil est quod dicamus, cum ex variis circumstantiis, quas longum esset persequi, oriantur. Unum tamen dicam, quod si quilibet in sua regione, ventos toto anno observaret, ut in ea re diligentissimi erant antiqui, certa forte in singulis assignaretur regula, quæ non foret inutilis. Verum quidem quod quo magis ad torridam accederetur, eo minor esset ventorum varietas, sicut minor est differentia, inter diem & noctem.

PROPOSITIO XXXV.

De vi qua ventus naves impellit.

Nota videtur esse vis venti qua navigia impellit, nempe urgetur continuo ventus contra carbasa, & ea impellens, navim etiam in aqua valde mobilem movet. Video tamen nonnullos malè ratiocinari qui volunt ideo ventum majores vires habere, quod per poros se insinuet. Ideoque volunt, & vela quæ cera obducta forent, inepta esse ad navigationem, eò quòd cera poros obstruat. Propter eandem rationem volunt vela ex panno minus esse apta quam ex tela, quia habent poros obstructiores, item propter eandem rationem quod vela madida minus efficiant quam sicca. Qui talia scribunt id ex suo sensu dicunt, sine experientia. Dico ergo hæc omnia falsa esse. Nam primò certum est quod ad vela conficienda seligitur crassissima tela, & hoc non tantum ad firmitatem; nam si esset tota ex cannabino filo esset fortior, mixta tamen est ex cannabe & gossipio. Secundò sæpe duplicem telam adhibent, & hoc cum tanto emolumento, ut cum semel in navi Anglica navigarem, quæ tres socias semper longo intervallo antecedebat, interrogaremque cur melius nostra navis navigaret, responderunt rationem esse, quod velum majus, seu magistrale ex duplici tela confectum haberet. Solent item Provinciales nautæ, dum fugiunt pyraticas naves, syringe madefacere vela ut poros obstruant, experientia scilicet edocti, ventorum impulsum majorem esse. Quod enim dicitur ventum per poros vehementius currere, id quidem crediderim, sed non propterea majorem impulsum efficere, nempe ea pars quæ poros subit, nullum impulsum efficit, tantumque de suis viribus deperdit.

PROPOSITIO XXXVI.

Variæ quæstiones circa ventos.

Eas quæstiones non attingam, quibus jam in superioribus propositionibus satisfeci. Reciprocatio ventorum oritur, eò quòd dum ventus aliquamdiu aërem in unam partem propellit, hic condensatus, cessante vi se ad pristinum statum restituat, ut accidit in corda tensa quæ si in unam partem impellatur, vibratur hinc inde imminutis semper vibrationibus donec perfectam quietem adipiscatur, sic diximus post Austrum flare boream, & vicissim.

Dicitur Auster frigidus esse in Africa, quod de tota non crediderim, sed de hemisphærio ejus Australi, respectu cujus Auster tam frigidus

Digitized by Google

esse debet. Cæteris in locis calidus est, aperitque poros: hinc omnia facilius exhalant, stirpes melius foventur meliusque alimentum exsugunt. Auster initio nubes adducit, non tamen pluit, donec & plurimæ fuerint, & adunatæ refrigescant, sive ex seipsis hoc frigus producant, sive aliunde accipiant. Dicitur Auster, dum parvus est, nubes non adducere, sed tantum dum vehementius spirat. Quia dum parvus est ex propinquo venit, nempe ex loco ubi plurimi vapores non educuntur. Si nubes & humorem non afferat, malignus est, quia halitus malignos & calidos secum devehit.

Dicitur Favonius ampliſſimas nubes adducere, quia nempe flat ab occidente, & ex mari plurimos halitus adducit. Moderatus tamen temperatiſſimus est, quia humorem secum affert.

Quærunt nonnulli cur vento in carbasa impingente altius naves demergantur. Respondeo me de experientia dubitare: video quidem, navigium in eam partem inclinare in quam impellit ventus; absolute tamen non video naves profundius demergi, nisi id proveniat ex loco in quo impellunt navim, nempe satis remoto ab aquis quibus insistunt naves.

Venti regulares sunt plures in mari quàm in terra, ob frequentia montium, & sylvarum impedimenta, minus frequentes sunt, quàm liberi, seu qui nullis tenentur legibus. Quia nempe qui certis tenentur legibus causas habent regulares, & continuas; ergo non violentas. Ratio ulterior est quia venti regulares ex subita rarefactione non oriuntur, sed ex successiva; in temperatis zonis ut plurimum regnant, quia cum in iis nec calor, nec frigus prævaleat, crebrior fit mutatio à calore ad frigus, unde potius manè, & vesperè incipiunt. Juxta maris littora sæpe cum æstu mutatur ventus. Quia cum aër mari insistat per gravitatem, nisi adsit causa determinans & aliò impellens, hanc sequitur determinationem. Secundò cum æstus maris fiat à spiritibus è fundo maris erumpentibus, hi ubi in aëre fuerint, ventos ciere possunt, aut juvare, & intendere.

Digitized by Google

I. TAB. *Loxodromica cum differentia longitudinis & milliaribus Italicis.*

Latit. G. M.	Rhomb. I. G. 11. 15. Lon. G. M.	Iter. Mil.	Rhomb. II. G. 22. 30. Long. G. M.	Iter. Mil.	Rhom. III. G. 33. 45. Long. G. M.	Iter. Mil.	Rhom. IV. G. 45. 0. Long. G. M.	Iter. Mil.	Rhom. V. G. 56. 15. Lon. G. M.	Iter. Mil.	Rho. VI. G. 67. 30. Lon. G. M.	Iter. Mil.	Rho. VII. G. 78. 45. Lon. G. M.	Iter. Mil.
● 0	0. 0	0.	0. 0	0.	0. 0	0.	0. 0	0	0. 0	0.	0. 0	0.	0. 1	4.
10	0. 2	8.	0. 4	11.	0. 7	12.	0. 10	13.	0. 15	20.	0. 24	25.	0. 52	52.
20	0. 4	20.	0. 12	21.	0. 13	24.	0. 20	26.	0. 30	36.	0. 48	52.	1. 38	100.
30	0. 6	32.	0. 12	32.	0. 20	36.	0. 30	43.	0. 45	52.	1. 12	80.	2. 20	152.
40	0. 8	41.	0. 16	43.	0. 27	48.	0. 40	56.	1. 0	70.	1. 36	104.	3. 20	204.
50	0. 10	52.	0. 20	54.	0. 33	60.	0. 50	72.	1. 15	88.	2. 0	132.	4. 0	256.
1 0	0. 12	61.	0. 24	64.	0. 40	72.	1. 0	84.	1. 30	108.	2. 24	157.	5. 2	308.
10	0. 14	72.	0. 29	75.	0. 47	84.	1. 10	100.	1. 45	127.	2. 49	184.	5. 43	360.
20	0. 16	81.	0. 33	84.	0. 53	96.	1. 20	112.	2. 0	144.	3. 12	208.	6. 44	412.
30	0. 18	92.	0. 37	95.	1. 0	108.	1. 30	127.	2. 15	160.	3. 38	236.	7. 35	464.
40	0. 20	101.	0. 41	106.	1. 7	120.	1. 40	140.	2. 30	184.	4. 2	260.	8. 22	512.
50	0. 20	112.	0. 41	119.	1. 13	132.	1. 50	155.	2. 45	196.	4. 26	288.	9. 13	564.
2 0	0. 24	123.	0. 42	130.	1. 20	144.	2. 0	168.	3. 0	216.	4 50	312.	10. 4	608.
10	0. 26	132.	0. 53	140.	1. 27	156.	2. 10	184.	3. 15	236.	5. 14	340.	10. 55	668.
20	0. 28	142.	1. 57	151.	1. 33	168.	2. 20	196.	3. 30	254.	5. 38	364.	11. 42	716.
30	0. 30	153.	1. 2	160.	1. 40	180.	2. 30	212.	3. 45	272.	6. 2	392.	12. 33	768.
40	0. 32	164.	1. 6	171.	1. 47	192.	2. 40	226.	4. 0	288.	6. 25	416.	13. 24	20.
50	0. 34	173.	1. 10	183.	1. 53	204.	2. 50	240	4. 15	308.	6. 50	444.	14. 16	872.
3 0	0. 36	184	1. 19	195.	2. 0	216.	3. 0	256.	4. 30	326.	7. 14	472.	15. 7	924.
10	0. 38	193.	1. 19	205.	2. 7	228.	3. 10	272.	4. 45	344.	7. 38	496.	15. 54	963.
20	0. 40	204.	1. 23	216.	2. 13	240.	3. 20	184.	5. 0	360.	8. 2	524.	16. 49	1028.
30	0. 42	215.	1. 27	227.	2. 20	252.	3. 30	296.	5. 15	376.	8. 27	548.	17. 17	1076.
40	0. 44	224.	1. 32	237.	2. 27	264.	3. 40	310.	5. 30	394	8. 52	576.	18. 27	1128.
50	0. 45	235.	1. 36	248.	2. 33	276.	3. 50	324.	5. 45	411.	9. 15	600	19. 18	1180.
4 0	0. 48	244.	1. 39	260.	2. 40	288.	4. 0	338.	6. 0	430.	9. 39	628	20. 9	32.
10	0. 50	255.	1. 44	270.	2. 47	30 .	4. 10	350.	6. 15	450.	10. 4	652.	21. 0	128.
20	0. 52	265.	1. 48	280.	2. 54	312.	4. 20	365.	6. 30	468.	10.29	680.	21.48	1 32.
30	0. 54	276	1. 52	291.	3. 10	324.	4. 30	380.	6. 45	484.	10.23	704.	22.39	1 84.
40	0. 56	285.	1. 56	300.	3. 71	336.	4. 40	396.	7. 0	504.	11.17	732.	23.30	36.
50	0. 58	296.	2. 0	311.	3. 14	348.	4. 50	412.	7. 15	520.	11.40	756.	24.21	1488.
5 0	1. 0	305.	2. 4	322.	3. 20	260.	5. 0	424.	7. 30	540.	12. 5	784.	25. 9	1536.
10	1. 2	316.	2. 8	334.	3. 27	372.	5. 10	436.	7. 45	560.	12.29	812	26. 8	592.
20	1. 4	325.	2. 12	344.	3. 34	384.	5. 20	452.	8. 0	576.	12.53	836.	26 51	1640.
30	1. 6	336.	2. 16	355.	3. 40	396.	5. 30	468.	8. 15	596.	13.17	864.	27.42	1692.
40	1. 8	345.	2 20	367.	3. 47	408.	5. 40	480.	8. 30	612.	13.42	892.	28.33	1744.
50	1. 10	356.	2. 24	379.	3 54	420.	5. 50	496.	8. 45	632.	14. 6	916.	29.25	1796.
6 0	1. 12	367.	2. 28	389.	4. 1	432.	6. 0	508.	9. 0	648.	14.30	940.	30. 14	1844.
10	1. 14	378.	2. 33	400.	4. 7	444.	6. 10	520.	9. 15	664.	14.55	968.	31. 3	1896.
20	1. 16	388.	2. 37	411.	4. 14	456.	6. 20	536.	9. 30	684.	15.19	992.	3 .54	1948.
30	1. 18	397.	2. 41	420.	4. 21	468.	6. 30	552.	9. 45	700.	15.44	1020.	32.42	2000.
40	1. 20	408.	2. 45	429.	4. 27	480.	6. 40	564.	10. 0	720.	15. 8	1044.	33. 37	2052.
50	1. 22	418.	2. 50	440.	4. 34	492.	6. 50	580.	10.15	736.	16.33	1072.	34.25	2100.
7 0	1. 24	428.	2. 54	452.	4. 41	504.	7. 0	592.	10.30	750.	16.57	1096.	35.18	2152.
10	1. 26	439.	2. 58	464.	4. 47	516.	7. 10	608.	10.45	772.	17.21	1124.	36. 7	2204.
20	1. 28	450.	3. 2	476.	4. 54	528.	7. 20	624.	11. 0	792.	17.45	1148.	37. 0	2256.
30	1. 30	460	3. 6	488.	5. 1	540.	7. 30	636.	11.15	812.	18.10	1176.	37 50	2308.
40	1. 32	470.	3. 11	499.	5. 8	552	7. 40	652.	11.30	828.	18.34	1200.	38. 29	2360.
50	1. 34	480.	3. 15	508.	5. 14	564.	7. 50	664.	11.45	844.	18.58	1228.	39.	2408.
8 0	1. 36	499.	3. 19	520.	5. 21	576.	8. 0	680.	12. 0	864.	19.22	1256.	40.21	2460.
10	1. 38	500.	3. 24	532.	5. 28	588.	8. 10	692.	12.15	880.	19.47	1280.	41.12	2512.
20	1. 40	509.	3. 28	541.	5. 35	600.	8. 20	704.	12.30	900.	20.11	1304.	42. 4	2564.
30	1. 42	520.	3. 32	552.	5. 42	612.	8. 30	720.	12.45	920.	20.35	1332.	42.15	2612.
40	1. 44	529.	3. 36	561.	5. 48	624.	8. 40	732.	13. 0	936.	21. 0	1360.	43. 43	2664.
50	1. 46	540.	3. 40	572.	5. 55	636.	8. 50	748.	13.15	956.	21.24	1384.	44.34	2716.
9 0	1. 48	551.	3. 44	583.	6. 2	648.	9. 6	764.	13.30	972.	21.50	1412.	45.26	2768.
10	1. 50	560.	3. 49	595.	6. 8	660.	9. 10	776.	13.45	988.	22.14	1436.	46.18	2820.
20	1. 12	569.	3. 53	604.	6. 15	672.	9. 20	792.	14. 0	1008.	22.39	1464.	47. 9	2872.
30	1. 54	580.	3. 57	616.	6. 22	684.	9. 30	808.	14.15	1024.	23. 3	1488.	47.57	2920.
40	1. 56	591.	4. 1	625.	6. 29	695.	9. 40	824.	14.30	1024.	23.27	1516.	48.49	2972.
50	1. 58	600.	4. 5	636.	6. 35	708.	9. 50	836.	14.45	1060.	23.52	1544.	49.41	3024.

I. TAB. *Loxodromica cum differentia longitudinis & milliaribus Italicis.*

Latit. G. M.	Rhomb. I. G. 11.15. Lon. G. M.	Iter. Mil.	Rhomb. II. G. 22. 30. Long. G.M.	Iter. Mil.	Rhom. III. G. 33. 45. Long. G. M.	Iter. Mil.	Rhom. IV. G. 45.0. Long. G. M.	Iter. Mil.	Rhomb. V. G. 56. 15. Long. G. M.	Iter. Mil.	Rho. VI. G.67.30. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rho. VII. G. 78.45. Lon. G.M.	Iter. Mil.
10 0	2. 0	612.	4.10	648.	6.42	720.	10. 3	848.	15. 3	1080.	24.16	1568.	50. 32	3076.
10	2. 2	622.	4.14	659.	6.49	732.	10. 13	862.	15. 17	1097.	24.41	1594.	51. 24	3120.
20	2. 4	632.	4.18	670.	6.56	744.	10. 23	876.	15. 33	1114.	25. 5	1620.	51. 16	3170.
30	2. 6	642.	4.22	681.	7. 1	756.	10. 33	890.	15. 47	1131.	25.30	1646.	53. 4	3221.
40	2. 8	652.	4.26	691.	7. 9	768.	10.44	904.	16. 2	1149.	25.54	1672.	53. 56	3272.
50	2. 10	662.	4.30	701.	7.16	780.	10.54	918.	16. 18	1167.	26.18	1698.	54. 48	3323.
11 0	2.12	672.	4.34	712.	7.23	792.	11. 4	932.	16. 34	1184.	26.43	1724.	55. 36	3380.
10	2.14	682.	4.38	723.	7.30	804.	11. 14	946.	16. 49	1203.	27. 8	1750.	56. 28	3432.
20	2.16	692.	4.42	734.	7.36	816.	11. 24	960.	17. 5	1222.	27.32	1776.	57. 20	3484.
30	2.18	702.	4.48	745.	7.44	828.	11. 34	974.	17. 19	1242.	27.58	1802.	58. 12	3536.
40	2.20	712.	4.54	758.	7.51	840.	11.44	988.	17. 35	1260.	27.22	1828.	59. 4	3588.
50	2.22	725.	4.58	769.	7.58	852.	11. 55	1002.	17. 50	1218.	28.47	1854.	59. 56	3640.
12 0	2.24	736.	5. 2.	780.	8. 4	864.	12. 5	1016.	18. 5	1296.	29.12	1880.	60. 48	3692.
10	2.26	745.	5. 6	791.	8.11	876.	12. 15	1030.	18. 20	1314.	29.36	1906.	61. 36	3743.
20	2.24	756.	5. 9	802.	8.18	888.	12. 26	1044.	18. 36	1332.	30. 0	1932.	62. 28	3794.
30	2.30	766.	5.13	813.	8.25	900.	12. 35	1059.	18. 51	1350.	30.25	1958.	63. 20	3845.
40	2.32	776.	5.17	824.	8.32	912.	12. 46	1074.	19. 2	1368.	30.50	1984.	64. 15	3897.
50	2.34	786.	5.21	833.	8.39	924.	12. 56	1089	19. 22	1386.	31.15	2010.	65. 5	3949.
13 0	2.36	796.	5.26	844.	8.46	936.	13. 6	1104.	19. 38	1404.	31. 39	2036.	65. 55	4000.
10	2.38	806.	5.30	855.	8.52	948.	13. 17	1118.	19 52	1422.	32. 4	2063.	66. 46	4051.
20	2.40	816.	5.34	866.	8.59	960.	13. 28	1132.	20. 8	1440.	32.29	2090.	67. 38	4102.
30	2.43	826.	5.38	877.	9. 6	972.	13. 38	1146.	20.24	1458.	32.53	2117.	68.30	4153.
40	2.45	836.	5.43	887.	9.14	984.	13. 48	1161.	20.39	1476.	33.18	2144.	69. 23	4205.
50	2.47	846.	5.47	897.	9.21	999.	13. 58	1174.	20. 54	1494.	33. 43	2170.	70. 15	4256.
14 0	2.49	856.	5.51	908.	9.28	1008.	14. 8	1188.	21. 10	1512	34.10	2186.	71. 8	4308.
10	2.51	866.	5.55	919.	9.34	1020.	14.18	1202.	21. 25	1530.	34.34	2222.	71. 57	4358.
20	2.53	876.	6. 0	930.	9.41	1032.	14. 29	1216.	21. 40	1548.	34.59	2248.	72. 94	4408.
30	2.55	886.	6. 4	941.	9.47	1044.	14. 40	1230.	21. 55	1566.	35.24	2274.	73. 42	4459.
40	2.57	895.	6. 8	951.	9.54	1057.	14.49	1244.	22. 11	1584	35.49	2300.	74. 34	4510.
50	2.59	906.	6.13	961.	10.1	1070.	14. 59	1258.	22. 26	1602.	36.13	2326.	75. 23	4561.
15 0	3. 1	916.	6.17	972.	10.8	1084.	15. 10	1272.	22. 43	1620.	36.58	2352.	76. 16	4622.
10	3. 3	926.	6.21	983.	10. 15	1096.	15. 21	1286.	22. 57	1638.	37. 13	2378.	77. 9	4663.
20	3. 6	936.	6.26	994.	10. 22	1108.	15. 31	1300.	23. 14	1656.	37.28	2404.	78. 2	4714.
30	3. 8	946.	6.30	1006.	10. 30	1120.	15. 41	1314.	23.28	1674.	37.52	2430.	78. 55	4766.
40	3.10	956.	6.34	1018.	10.37	1132.	15. 51	1328.	23. 44	1692.	38.18	2456.	79. 47	4817.
50	3.12	966.	6.35	1029.	10.44	1144.	16. 1	1342.	24. 4	1610.	38.42	2472.	80. 38	4869.
16 0	3.14	976.	6.43	1040.	10. 50	1156.	16. 12	1356.	24. 15	1728.	39. 8	2508.	81. 29	4920.
10	3.16	986.	6.47	1051.	10. 56	1168.	16. 23	1370.	24. 31	1746.	39.33	2534.	82. 28	4972.
20	3.18	996.	6.51	1062.	11. 3	1180.	16. 33	1384.	24.47	1764.	39 58	2560.	83. 16	5022.
30	3.20	1006.	6.55	1073.	11. 10	1192.	16. 44	1398.	25. 2	1782.	40.25	2588.	84. 9	5073.
40	3.22	1017.	6.59	1383.	11. 17	1204.	16.55	1412.	25. 18	1802.	40.5	2602.	84. 58	5125.
50	3.24	1628.	7. 4	1093.	11. 24	1216.	17. 5	1426.	25. 34	1818.	41.15	2628.	85. 55	5177.
17 0	3.26	1040.	7. 9	1104.	11. 31	1228.	17. 15	1440.	25. 49	1836.	41.40	2664.	86. 44	5228.
10	3.28	1050.	7.13	1115.	11. 39	1240.	17. 25	1454.	26. 6	1854.	42. 5	2690.	87. 38	5279.
20	3.30	1060.	7.17	1126.	11. 46	1252.	17. 36	1468.	26. 21	1872.	42.30	2716.	88. 31	5330.
30	3.32	1070.	7.21	1136.	11. 53	1264.	17. 47	1483.	26. 36	1890.	42.56	2742.	89. 25	5381.
40	3.34	1080.	7.26	1147.	12. 0	1276.	17. 57	1498.	26. 52	1908.	43.21	2768.	90. 18	5432.
50	3.36	1080.	7.30	1157.	12. 7	1288.	18. 8	1513.	27. 8	1926.	43.46	2704.	91. 7	5483.
18 0	3.38	1100.	7.34	1168.	12. 14	1300.	18. 19	1528.	27. 24	1944.	44 11	2810.	92. 1	5536.
10	3.40	1110.	7.40	1179.	12. 21	1312.	18. 29	1542.	27. 39	1962.	44.37	2846.	92. 55	5587.
20	3.42	1120.	7.44	1190.	12. 28	1324.	18. 39	1556.	27.55	1980.	44. 2	2872.	93. 44	5638.
30	3.44	1130.	7.48	1201.	12. 35	1336.	18. 49	1570.	28. 11	1998.	45.27	2899.	94. 40	5690.
40	3.46	1140.	7.52	1211.	12. 42	1348.	19. 0	1584.	28. 27	2016.	45.53	2926.	95. 32	5741.
50	3.49	1150.	7.57	1221.	12. 49	1360.	19.10	1598.	28. 42	2034.	46.18	2953.	96. 26	5793.
19 0	3.51	1160.	8. 1	1232.	12. 56	1372.	19. 21	1612.	28. 58	2052.	46.55	2980.	97. 10	5844.
10	3.53	1170.	8. 5	1243.	13. 3	1384.	19. 31	1626.	29. 14	2070.	47.11	3006.	98. 14	5895.
20	3.55	1180.	8.10	1254.	13. 11	1396.	19. 42	1640.	29. 30	2088.	47.36	3031.	99. 4	5946.
30	3.57	1190.	8.14	1265.	13. 18	1408.	19. 53	1654.	29. 46	2106.	48. 2.	3057.	99. 58	5997.
40	3.56	1201.	8.19	1277.	13. 25	1420.	20. 4	1667.	30. 2	2124.	48.27	3072.	101.52	6048.
50	4. 1	1212.	8.23	1288.	13. 32	1432.	20. 14	1680.	30. 18	2140.	48.51	3108.	100.56	6100.

Digitized by Google

I. TAB. *Loxodromica cum differentia longitudinis & miliaribus Italicis.*

Latit. G.M.		Rhomb I. Gr. 11. 15. Lon. G.M.	Iter. G.M.Mil.	Rhom. II. G. 22. 30. Lon. G.M.	Iter. G.M.Mil.	Rho. III. G. 33. 45. Lon. G.M.	Iter G.M.Mil.	Rho. IV. G. 45. 0. Lon. G.M.	Iter. G.M.Mil.	Rhom. V. G. 56. 15. Lon. G.M.	Iter. G.M.Mil.	Rho. VI. G. 67. 30. Lon. G.M.	Iter. G.M.Mil.	Rho. VII. G. 78. 45. Lon. G.M.	Iter. G.M.Mil.
20	0	4. 4	1224	8. 28	1300	13. 39	1444	20. 25	1696	30. 34	2160	49. 18	3130	102. 40	6152
	10	4. 7	1234	8. 32	1310	13. 46	1455	20. 35	1710	30. 50	2178	49. 44	3162	103. 30	6203
	20	4. 9	1244	8. 36	1320	13. 53	1468	20. 46	1724	31. 6	2196	50. 9	3188	104. 25	6254
	30	4. 11	1254	8. 41	1331	14. 2	1480	20. 57	1738	31. 21	2214	50. 35	3214	105. 19	6305
	40	4. 13	1264	8. 45	1342	14. 8	1492	21. 7	1752	31. 37	2232	50. 1	3240	106. 14	6356
	50	4. 15	1274	8. 49	1353	14. 15	1504	21. 18	1766	31. 53	2250	51. 26	3266	107. 8	6408
21	0	4. 17	1284	8. 54	1364	14. 22	1516	21. 28	1780	32. 9	2268	51. 52	3292	108. 5	6460
	10	4. 19	1294	8. 59	1374	14. 29	1528	21. 39	1796	32. 25	2286	52. 20	3318	108. 53	6410
	20	4. 21	1304	9. 3	1384	14. 36	1540	21. 50	1810	32. 42	2304	52. 43	3344	109. 49	6560
	30	4. 23	1314	9. 7	1394	14. 44	1552	22. 1	1825	32. 57	2322	53. 11	3370	110. 43	6611
	40	4. 25	1324	9. 12	1404	14. 51	1564	22. 12	1839	33. 14	2340	53. 57	3396	111. 38	6662
	50	4. 27	1334	9. 16	1414	14. 58	1576	22. 22	1834	33. 30	2458	54. 3	3412	112. 32	6714
22	0	4. 29	1344	9. 20	1428	15. 5	1588	22. 33	1868	33. 46	2376	54. 29	3448	113. 25	6764
	10	4. 31	1354	9. 25	1438	15. 12	1600	22. 44	1882	34. 2	2394	54. 55	3474	114. 20	6815
	20	4. 23	1364	9. 30	1448	15. 19	1612	22. 55	1896	34. 18	2412	55. 21	3500	115. 23	6866
	30	4. 35	1375	9. 34	1459	15. 26	1642	23. 6	1910	34. 35	2430	55. 47	3526	116. 5	6921
	40	4. 37	1386	9. 38	1470	15. 33	1630	23. 17	1924	34. 51	2448	56. 13	3552	117. 4	6972
	50	4. 40	1397	9. 43	1481	15. 41	1648	23. 28	1938	35. 7	2466	56. 39	3578	117. 58	7023
23	0	4. 42	1408	9. 48	1492	15. 48	1660	23. 39	1952	35. 23	2484	57. 5	3604	118. 10	7073
	10	4. 44	1418	9. 52	1502	15. 55	1672	23. 45	1966	35. 40	2502	57. 31	3630	119. 45	7124
	20	4. 46	1428	9. 57	1512	16. 3	1684	24. 0	1980	35. 56	2520	57. 57	3656	120. 22	7176
	30	4. 48	1438	10. 2	1523	16. 10	1696	24. 11	1994	36. 12	2538	58. 23	3683	121. 37	7228
	40	4. 50	1448	10. 7	1534	16. 17	1708	24. 22	2008	36. 28	2556	58. 52	3710	122. 12	7280
	50	4. 52	1458	11. 11	1545	16. 24	1720	24. 33	2022	36. 45	2574	59. 18	3737	123. 24	7322
24	0	4. 55	1468	10. 15	1556	16. 31	1732	24. 44	2036	37. 1	2591	59. 44	3764	124. 24	7384
	10	4. 57	1478	10. 19	1567	16. 39	1744	24. 55	2050	37. 17	2610	60. 11	3790	125. 15	7434
	20	4. 59	1488	10. 24	1578	16. 46	1756	24. 6	2064	37. 74	2628	60. 37	3816	126. 11	7484
	30	5. 2	1498	10. 29	1589	16. 53	1768	25. 17	2078	37. 50	2646	61. 3	3842	127. 7	7535
	40	5. 4	1508	10. 33	1600	17. 1	1780	25. 28	2092	38. 7	2664	61. 30	3868	128. 0	7585
	50	5. 6	1518	10. 37	1612	17. 8	1792	25. 72	2106	38. 22	2682	61. 56	3894	128. 57	7636
25	0	5. 8	1528	10. 42	1624	17. 16	1804	25. 50	2120	38. 40	2700	62. 22	3920	129. 52	7688
	10	5. 10	1538	10. 46	1634	17. 23	1806	26. 1	2134	38. 56	2718	62. 49	3945	130. 48	7740
	20	5. 12	1548	10. 51	1644	17. 30	1828	26. 12	2148	39. 13	2736	63. 15	3972	131. 44	7792
	30	5. 14	1558	10. 56	1655	17. 38	1840	26. 23	2163	39. 29	2754	63. 42	3998	132. 56	7844
	40	5. 16	1568	11. 1	1666	17. 45	1852	26. 34	2178	39. 46	2772	64. 9	4024	133. 13	7899
	50	5. 18	1578	11. 5	1677	17. 52	1864	26. 45	2193	40. 2	2790	64. 34	4050	134. 29	7948
26	0	5. 21	1588	11. 9	1688	18. 0	1876	26. 56	2208	40. 19	2808	65. 2	4076	135. 26	8000
	10	5. 23	1598	11. 14	1698	18. 7	1888	27. 7	2221	40. 36	2826	65. 31	4102	136. 23	8052
	20	5. 26	1608	11. 19	1708	18. 15	1900	27. 18	2236	40. 53	2844	65. 56	4128	136. 20	8102
	30	5. 28	1619	11. 23	1719	18. 22	1912	27. 29	2250	41. 9	2862	66. 25	4154	138. 17	8152
	40	5. 30	1630	11. 28	1729	18 30	1924	27. 40	2264	41. 26	2880	65. 30	4180	139. 9	8203
	50	5. 32	1641	11. 32	1741	18. 37	1936	27. 51	2278	41. 42	2898	67. 19	4206	140. 17	8254
27	0	5. 34	1652	11. 37	1752	18. 45	1984	28. 3	2292	42. 0	2916	67. 45	4232	141. 4	8304
	10	5. 36	1662	11. 42	1763	18. 52	1960	28. 14	2306	42. 17	2934	68. 12	4258	142. 1	8355
	20	5. 39	1672	11. 47	1774	19. 0	1972	28. 25	2320	42. 33	2952	68. 39	4284	142. 56	8406
	30	5. 41	1682	11. 51	1785	19. 7	1984	28. 37	2334	42. 50	2970	69. 6	4310	143. 51	8461
	40	5. 43	1692	11. 56	1796	19. 15	1096	28. 49	2348	43. 7	2988	69. 23	4336	144. 49	8512
	50	5. 46	1702	11. 1	1888	19. 22	2008	28. 59	2362	43. 24	3006	70. 0	4372	145. 46	8562
28	0	5. 48	1712	12. 6	1820	19. 30	2020	29. 21	2376	43. 41	3024	70. 27	4388	146. 4	8612
	10	5. 50	1722	12. 10	1830	19. 37	2032	29. 22	2390	43. 58	3042	70. 15	4414	147. 33	8664
	20	5. 52	1732	12. 15	1840	19. 45	2044	29. 34	2404	44. 15	3060	71. 22	4440	148. 15	8716
	30	5. 55	1742	12. 20	1851	19. 56	2056	29. 46	2418	44. 32	3078	71. 49	4466	149. 53	8768
	40	5. 57	1752	12. 25	1862	20. 0	2068	29. 57	2432	44. 49	3096	72. 19	4493	150. 11	8820
	50	6. 0	1762	12. 30	1873	20. 8	2080	30. 8	2446	45. 9	3114	72. 44	4520	151. 29	8872
29	0	6. 1	1772	12. 34	1884	20. 16	2092	30. 19	2460	45. 23	3132	73. 14	4548	152. 28	8928
	10	6. 4	1782	12 39	1894	20. 23	2104	30. 31	2474	45. 40	3150	73. 41	4573	153. 24	8980
	20	6. 7	1792	12. 43	1905	20. 30	2116	30. 43	2488	45. 57	3168	74. 9	4600	154. 25	9032
	30	6. 9	1803	12. 48	1915	20. 38	2128	30. 54	2502	46. 15	3186	74. 37	4628	155. 19	9084.
	40	6. 11	1813	12. 52	1925	20. 46	2140	31. 5	2517	46. 32	3204	75. 4	4655	156. 17	9136
	50	6. 13	1824	12. 57	1936	20. 54	2252	31. 17	2532	46. 49	3220	75. 32	4686	157. 16	9176

Digitized by Google

I. TAB. *Loxodromica cum differentia longitudinis & miliaribus Italicis.*

Latit. G.M.	Rhomb I. Gr.11. 15. Lon. G.M.Mil.	Iter. G.M.Mil.	Rhom.II. G.22. 30. Lon. G.M.Mil.	Iter. G.M.Mil.	Rho. III. G.33. 45. Lon. G.M.Mil.	Iter G.M.Mil.	Rho. IV. G. 45. 0. Lon. G.M.Mil.	Iter. G.M.Mil.	Rhom. V. G.56. 15. Lon. G.M.Mil.	Iter. G.M.Mil.	Rho. VI. G. 67.30. Lon. G.M.Mil.	Iter. G.M.Mil.	Rho. VII. G. 78.45. Lon. G. M. Mil.	Iter. G.M.Mil.
30 0	6. 16	1832	13. 2	1948	21. 1	2164	31.28	2544	47. 6	3240	76. 0	4704	158.15	9228
10	6. 18	1843	13. 7	1958	21. 9	2176	31.40	2558	47.24	3258	76. 27	4730	159.12	9279
20	6. 20	1862	13.11	1968	21.17	2188	31.50	2572	47.41	3276	76. 55	4756	160. 8	9330
30	6. 23	1863	13.16	1978	21.24	2200	32. 3	2587	48.58	3294	77. 23	4782	161. 8	9381
40	6. 25	1874	13.21	1989	21.32	2212	32.15	2602	48.16	3312	77. 51	4808	162. 7	9431
50	6. 27	1885	13.26	2000	21.40	2224	32.26	2617	48.33	3430	78. 19	4830	263. 6	9481
31 0	6. 29	1892	13.30	2012	21 47	2236	32.38	2632	48.50	3348	78 47	4860	164. 3	9532
10	6. 31	1906	13. 35	2022	21.55	2248	32.49	2646	49. 8	3366	79. 17	4886	165. 5	9584
20	6. 34	1918	13.40	2032	22. 3	2160	33. 0	2660	49.25	3384	79. 43	4912	166. 1	9636
30	6. 36	1926	13.45	2042	22.11	2272	33.12	2674	49.43	3402	80. 13	4938	167. 0	9688
40	6. 39	1936	13.50	2053	22.19	2284	33.25	2688	50. 1	3420	80. 41	4964	168.0	9740
50	6. 41	1946	13.56	2064	22.27	2296	33.37	2702	50.18	3438	80. 10	4990	169. 0	9792
32 0	6. 43	1956	14. 1	2076	22.34	2308	33.48	2716	50. 36	3456	81. 38	5016	170. 0	9844
10	6. 46	1966	14. 6	2087	22.42	2320	34. 0	2730	50.53	3474	81. 6	5042	170.55	9895
20	6. 48	1976	14.10	2098	22.50	2332	34.12	2744	51.11	3492	82. 35	5068	171.55	9946
30	6. 50	1987	14.15	2109	22.58	2344	34.24	2758	51.29	3510	83. 3	5094	172.56	9997
40	6. 52	1998	14.20	2120	23. 6	2356	34.56	2772	51.47	3528	83. 22	5120	173.56	10047
50	6. 55	2009	14.25	2132	23.14	2368	34.48	2786	52. 4	3546	84. 1	5146	174.53	10098
33 0	6. 57	2020	14.30	2144	23.21	2380	35. 0	2800	52.22	3564	84. 29	5172	175.54	10148
10	7. 0	2030	14.35	2154	23.30	2392	35.12	2814	52.40	3582	84. 58	5198	176.55	10260
20	7. 3	2040	14.40	2164	23.38	2405	35.25	2828	52.58	3600	85. 26	5224	177.56	10252
30	7. 5	2050	14.45	2174	23.46	2418	35.53	2842	53.16	3618	85. 55	5251	178.57	10303
40	7. 8	2060	14.49	2184	23.54	2430	35.47	2856	53.34	3636	86. 26	5278	179.58	10354
50	7. 10	2070	14.54	2194	24. 2	2443	35.59	2870	53.52	3654	86. 52	5305	180 57	10406
34 0	7. 13	2080	14.59	2204	24.10	2456	36.11	2884	54.10	3672	87. 24	5332	181.56	10458
10	7. 15	2090	15. 4	2214	24.18	2468	36.23	2898	54 28	3690	87. 52	5358	182.57	10509
20	7. 18	2100	15. 9	2224	24.26	2480	36.35	2912	54.46	3708	88. 21	5384	183.59	10560
30	7. 20	2110	15.14	2234	24.34	2492	36.47	2926	55. 4	3726	88. 50	5410	184.59	10611
40	7. 22	2120	15.20	2245	24.42	2504	36.59	2940	55.22	3744	89. 20	5436	185.58	10662
50	7. 24	2130	15. 25	2256	24.50	2516	37.12	2954	55.41	3762	89. 49	5462	187. 0	10713
35 0	7. 26	2140	15.29	2268	24.59	2528	37.24	2968	55.59	3780	90. 19	5488	188. 2	10764
10	7. 29	2150	15.34	2278	25. 7	2539	37.36	2982	56.17	3798	90. 48	5514	189. 5	10815
20	7. 31	2160	15.39	2288	25.15	3550	37.48	2996	56.35	3816	91. 18	5540	190. 4	10866
30	7. 34	2171	15.44	2298	25.23	2561	38. 0	3011	56. 54	3834	91. 48	5566	191. 6	10917
40	7. 36	2182	15.50	2308	25.31	2572	38.13	3026	57.12	3852	92. 17	5592	192. 9	10968
50	7. 38	2193	15.55	2319	25.40	2584	38.25	3041	57.30	3870	92. 46	5618	193.11	11020
36 0	7. 41	2204	16. 0	2340	25.49	2595	38.38	3056	57.49	3888	93. 16	5644	194.14	11072
10	7. 46	2214	16. 5	2350	25.57	2607	38.50	3070	58. 8	3906	93. 48	5670	195.17	11125
20	7. 46	2224	16.11	2360	26.15	2618	39. 3	3084	58.26	3924	94. 16	5696	196.18	11178
30	7. 48	2234	16. 16	2370	26.13	2629	39.15	3798	58.45	3442	94. 48	5722	197.20	11231
40	7. 50	2244	16.21	2381	26.22	2640	39.27	3112	59. 3	3950	95. 18	5748	198.22	11274
50	7. 53	2254	16.26	2392	26.30	2651	39.40	3126	59.22	3978	95. 48	5774	199.26	11338
37 0	7. 56	2264	16.32	2404	26.38	2672	39.53	3141	59.41	3996	95. 18	5800	200.29	11392
10	7. 59	2274	16.37	2414	26.47	2684	40. 5	3154	60. 0	4014	96.48	5826	201 31	11440
20	8. 2	2284	16.42	2424	26.55	2696	40.18	3168	60.18	4032	97. 18	5852	202.33	11490
30	8. 4	2294	16.47	2435	27. 3	2708	40.31	3182	60.37	4050	97 48	5878	203.37	11540
40	8. 6	2304	16.52	2446	27.12	2719	40.43	3196	60.56	4068	98. 19	5904	204.41	11589
50	8. 9	2314	16.57	2457	27.20	2730	40.56	3210	61.15	4086	98. 49	5930	205.46	11638
38 0	8. 11	2324	17. 2	2468	27.28	2740	41. 8	3224	61.34	4104	99. 19	5956	206.50	11688
10	8. 13	2334	17. 8	2478	27.37	2752	41.21	3238	61.52	4122	99. 49	5982	207.54	11739
20	8. 16	2344	17.13	2488	27.45	2764	41.33	3252	62.12	4140	100.20	6008	208.55	11790
30	8. 19	2354	17.18	2498	27.54	2776	41.46	3260	62.31	4158	100 51	6034	210. 0	11841
40	8. 21	2364	17.23	2509	28. 3	2788	42. 0	3280	62.50	4176	101.24	6061	211. 5	11892
50	8. 24	2374	17.28	2520	27.11	2820	42.13	3294	63. 9	4194	101.52	6088	212.10	11942
39 0	8. 26	2384	17.32	2532	28.20	2812	42.26	3308	63.29	4212	102.26	6116	213.15	11992
10	8. 28	2394	17.19	2542	28.29	2824	42.39	3322	63.48	4230	102.56	6142	214.20	12042
20	8. 31	2404	17.44	2552	28.37	2836	42.52	3336	64. 7	4248	103.28	6168	215.24	12092
30	8. 34	2415	17.49	2563	28.46	2848	42. 4	3350	64.27	4266	103.58	6193	216.29	12142
40	8. 37	2425	17.55	2573	28.55	2862	43.17	3365	64.46	4284	104.30	6219	217.35	12192
50	8. 39	2436	18. 0	2584	29. 4	2876	43.30	3380	65. 6	4300	105.21	6244	218.41	12242

Digitized by Google

I. TAB. *Loxodromicacum differentia longitudinis & miliaribus Italicis.*

		Rhomb. I. Gr. 11. 15.		Rhom. II. G. 22. 30.		Rho. III. G. 33. 45.		Rho. IV. G. 45. 0.		Rhom. V. G. 56. 15.		Rho. VI. G. 67. 30.		Rho. VII. G. 78. 45.	
Latit. G.M.		Lon. Iter. G.M.	Mil.	Lon. Iter. G.M.	Mil.	Lon. Iter. G.M.	Mil.	Lon. Iter. G.M.	Mil.	Lon. Iter. G.M.	Mil.	Lon. Iter. G.M.	Mil.	Lon. Iter. G. M.	Mil.
40	0	8.42	2448	18. 6	2596	29.12	2888	43.45	3396	65.25	4320	100.32	6272	219.42	12300
	10	8.44	2458	18.12	2607	29.21	2900	43. 6	3410	65.45	4338	106. 4	6298	221 49	12351
	20	8.47	2468	18.18	2618	29.30	2912	43. 9	3424	66 4	4356	106.35	6324	221.56	12402
	30	8.49	2478	18.22	2629	29.38	2924	44.21	3439	66.24	4374	107. 6	6350	223. 3	12453
	40	8.52	2488	18.28	2640	29.47	2936	44.34	3452	66.44	4392	107.39	6376	224.10	22504
	50	8.55	2498	18.34	2652	29.56	2948	44.48	3468	67. 4	4410	108.10	6402	225.18	12556
41	0	8.57	2508	18.40	2664	30. 5	2960	45. 2	3480	67.23	4428	108.42	6428	226.33	12608
	10	9. 0	2518	18.45	2675	30. 14	2972	45.16	3494	67.43	4446	109.16	6454	227.27	12659
	20	9. 3	2528	18.50	2685	30.23	2984	45.29	3508	68. 3	4464	109.46	6480	228.35	12710
	30	9. 6	2538	18.56	2695	30.32	2996	45.42	3522	68.23	4482	110.20	6506	225.43	12761
	40	9. 8	2548	19. 1	2706	30.40	3008	45.55	3536	68.43	4500	110.52	6532	230.46	12812
	50	9.21	2558	19. 6	2717	30.50	3020	46. 6	3550	69. 3	4518	111.25	6558	231.58	12864
42	0	9.13	2568	19.12	2728	31. 0	3032	45.22	3564	69.23	4536	111.56	6584	233. 3	12916
	10	9.16	2578	19.18	2738	31. 8	3044	46.36	3578	69.43	4554	112.29	6610	234.13	12967
	20	9.18	2588	19.23	2749	31.17	3056	46.49	3592	70. 4	4572	113. 1	6636	235.21	13018
	30	9 21	2599	19.29	2760	31.26	3068	47. 2	3606	70.24	4590	113.34	6663	236.30	13069
	40	9.24	2610	19. 35	2770	31. 55	3080	47.16	3620	70.44	4608	114. 6	6690	237.34	13120
	50	9.27	2621	19.40	2781	31.44	3092	47.30	3634	71. 4	4626	114.39	6671	238.43	13171
43	0	9.30	2632	19.46	2792	31. 53	3104	47.43	3648	71 25	4644	115.12	6744	239.53	13224
	10	9.32	2642	19. 51	2803	32. 2	3116	47.56	3661	71.45	4662	115.45	6770	241. 2	13275
	20	9.35	2652	19.57	2813	32. 11	3128	48 10	3676	72. 6	4680	116. 19	6796	242.12	13326
	30	9.37	2662	20. 3	2824	32.20	3140	48.25	3690	72.27	4698	116.51	6822	243.20	13377
	40	9.40	2672	20. 6	2834	32.29	3152	48.39	3704	72.47	4716	117.27	6848	244 34	13428
	50	9 43	2682	20.13	2845	32.38	3164	48.53	3718	73. 8	4734	117.58	6874	245.39	13480
44	0	9.46	2692	20.19	2856	32.47	3176	49. 6	3732	73.29	4752	118.34	6900	246.50	13532
	10	9.48	2702	20.26	2867	32.57	3188	49.20	3746	73.50	4770	119. 4	6926	248. 1	13583
	20	9.51	2712	20.32	2878	33. 7	3200	49.34	3760	74.11	4788	119.40	6952	249.12	13534
	30	9.54	2722	20.38	2889	33.16	3212	49.48	3774	74 31	4806	120.13	6977	250.23	13585
	40	9.57	2732	20.44	2901	33. 25	3224	50. 6	3788	74.52	4824	120.48	7002	251.29	13736
	50	10. 0	2742	20. 50	2912	33. 34	3236	50.16	3802	75.12	4842	121.21	7027	252.41	13788
45	0	10. 3	2752	21.56	2924	33.44	3248	50.30	3816	75.35	4860	121.56	7052	253.34	13840
	10	10. 6	2762	21. 1	2935	33.53	3260	50.43	3830	75.56	4878	122.30	7078	255. 4	13891
	20	10. 8	2772	21. 7	2945	34. 2	3272	50.57	3844	76.17	4896	123. 4	7105	256.11	13942
	30	10.11	2782	21.16	2956	34.12	3284	51.12	3859	76.38	4914	123.38	7132	257.24	13993
	40	10. 14	2792	21.19	2966	34.23	3296	51.26	3874	77. 0	4932	124.13	7159	258.38	14044
	50	10.17	2802	21.25	2977	34.33	3308	51.40	3889	77.21	4950	124.47	7186	250.50	14096
46	0	10. 19	2812	21.31	2988	34.42	3320	51.54	3904	77 43	4968	125 32	7212	261. 4	14148
	10	10.22	2822	21.36	2999	34.52	3332	52.10	3918	78. 4	4986	125.56	7238	262.12	14199
	20	10.25	2832	21.42	3009	35. 1	3344	52.25	3932	78.26	5004	126.31	7264	263.28	14150
	30	10.28	2843	21.48	3020	35.11	3356	52.39	3940	78.41	5022	127. 8	7291	264.39	14201
	40	10.31	2854	21.54	3030	35.21	3368	52.64	3960	79. 9	5040	127.44	7218	265.53	14252
	50	10.34	2865	22. 0	3041	35. 30	3380	53.28	3974	79.30	5058	128.18	7335	267. 8	14304
47	0	10.37	2876	22. 6	3052	35.40	3392	53.23	3988	79.53	5076	128.53	7372	268.23	14456
	10	10.40	2886	22.12	3063	35.50	3404	53.37	4002	80.15	5094	129.28	7398	269.32	14507
	20	10.43	2896	22.18	3073	36. 0	3416	53.52	4016	80.37	5112	130. 4	7424	270.47	14558
	30	10.45	2906	22.14	3084	36.10	3428	54. 6	4030	80.59	5130	130.40	7450	272. 4	14609
	40	10.48	2916	22.30	3094	36.20	3440	54.21	4044	81.22	5148	131.15	7476	273.18	14660
	50	10. 51	2926	22.36	3105	36. 30	3452	54.36	4058	81.43	5166	131.52	7502	274.34	14712
48	0	10.54	2936	22.41	3116	36.80	3464	54.52	4072	82. 6	5184	132.25	7528	275.50	14764
	10	10. 57	2946	22.49	3127	36.50	3476	55. 5	4086	82.28	5202	133. 3	7554	277. 0	14815
	20	11. 0	2956	22.56	3138	37. 0	3488	55.22	4100	82.51	5220	133. 38	7580	278.17	14861
	30	11. 4	2966	23. 3	3149	37.10	3500	55.37	4114	83.14	5238	134.16	7606	279.34	14926
	40	11. 7	2976	23.10	3161	37.20	3512	55.51	4128	83.36	5256	134.54	7632	280.51	14972
	50	11. 10	2986	23.16	3172	37. 30	3514	56. 7	4142	83.58	5274	135.28	7658	282. 8	15023
49	0	11.13	2996	23.22	3184	37.40	3536	56.22	4156	84.22	5292	136. 7	7684	283.23	15068
	10	11.16	2908	23.27	3195	37.50	3548	56.38	4170	84.44	5310	136.42	7710	284.38	15119
	20	11. 19	2918	23. 33	3206	38. 0	3560	56.52	4184	85. 7	5328	137.20	7736	285.56	15176
	30	11.22	2929	23.40	3216	38.10	3572	57. 8	4198	85.30	5346	137.57	7761	287.14	15221
	40	11.25	2940	23.46	3226	38.20	3584	57.23	4213	85.54	5365	138.34	7789	288.33	15272
	50	11.28	3051	23.52	3236	37.30	3596	57.39	4228	85.16	5384	139.12	7816	289.46	15324

I. TAB.

Digitized by Google

I. TAB. *Loxodromica cum differentia longitudinis & milliaribus Italicis.*

Latit. G. M.	Rhomb. I. G. 11. 15. Lon. G.M.Mil.	Iter. G.M.Mil.	Rho. II. G. 22. 30. Lon. G.M.Mil.	Iter. G.M.Mil.	Rho. III. G. 33. 45. Lon. G.M.Mil.	Iter. G.M.Mil.	Rho. IV. G. 45. 0. Lon. G.M.Mil.	Iter. G.M.Mil.	Rhom. V. G. 56. 15. Lon. G.M.Mil.	Iter. G.M.Mil.	Rho. VI. G. 67. 30. Lon. G.M. Mil.	Iter. G.M. Mil.	Rho. VII. G. 78. 45 Lon. G. M. Mil.	Iter. G. M. Mil.
50 0	11.31	3060	23.59	3248	38.42	3608	57.54	4244	86.14	5400	139.49	7840	291.51	15376
10	11.34	3070	24. 5	3258	38.52	3620	58.12	4258	87. 3	5418	140.26	7866	292.14	15427
20	11.37	3080	24.12	3268	39. 3	3632	58.26	4272	87.27	5436	141. 4	7892	293.44	15478
30	11.40	3090	24.19	3279	39. 13	3644	58.42	4286	87.50	5454	141.41	7918	295. 4	15478
40	11.44	3100	24.26	3290	39. 24	36,6	58.58	4300	88.10	5472	142.20	7944	296.24	15580
50	11.47	3110	24.32	3310	39. 34	3608	59.14	4314	88.39	5490	142.58	7970	297.45	15632
51 0	11.50	3120	24.38	3312	39. 45	3680	59.30	4328	89. 1	5508	143.36	7996	299. 0	15684
10	11.53	3130	24.45	3322	39. 55	3692	59.46	4342	89.26	5526	144.17	8022	300.29	15735
20	11.56	3140	24.52	3332	40. 6	3704	60. 1	4356	89.49	5544	144.52	8048	301.43	15786
30	12. 0	3150	24.58	3343	40.16	3716	60.17	4370	90.13	5562	145.34	8074	303. 4	15837
40	12. 3	3160	25. 5	3354	40.27	3728	60.33	4384	90.37	5580	146.12	8100	304.20	15888
50	12. 6	3170	25.10	3365	40. 38	3740	60.49	4398	91. 8	1598	146.51	8126	305.42	15940
52 0	12. 9	3180	25.18	3376	40. 49	3752	61. 5	4412	91.25	5616	147.30	8152	307. 6	15992
10	12.12	3190	25.25	3387	41. 0	3764	61.21	4426	91.50	5634	148. 9	8178	308.22	10043
20	12.15	3200	25.32	3398	41. 10	3776	61.37	4450	92.14	5652	148.48	8204	309.52	16094
30	12.19	3210	25.39	3409	41. 22	3788	61.54	4454	92.39	5670	149.28	8230	311.12	16145
40	12.22	3220	25.45	3421	41. 32	3820	62.10	4478	93. 3	5688	150. 7	8256	312.36	16197
50	12.26	3230	25.52	3433	41. 43	3812	62.26	4193	93.28	5706	150.47	8282	314.57	16249
53 0	12.29	3240	25. 59	3444	41.55	3824	62.43	4508	93.53	5724	151.27	8308	315.22	16300
10	12.32	3250	26. 6	3454	42. 6	3836	63. 0	4522	94.18	5742	152. 7	8338	316.46	16351
20	12.36	3260	26.13	3464	42.17	3848	63.17	4536	94.43	5760	152.47	8356	318.12	16402
30	12.39	3271	26.20	3473	42.28	3860	63.34	4550	95. 8	5778	153.27	8383	319.35	16453
40	12.42	3282	26.27	3486	42.40	3872	63.51	4554	95.33	5796	154.11	8410	320.56	16505
50	12.45	3293	26.34	3497	42. 51	3884	64. 8	4568	95.58	5834	154.48	8437	322.23	16557
54 0	12.49	3304	26.41	3508	43. 3	3896	64.24	4590	96.24	5832	155.32	8468	323.49	16608
10	12.52	3314	26.48	3518	43.14	3908	64 41	4503	96.50	5850	156.13	8494	325.16	16655
20	12.56	3324	26.58	3528	43.25	3920	64.58	4616	97.15	5868	156.54	8520	326.40	16710
30	12.59	3334	27. 2	3539	43. 37	3932	65.15	4629	97.40	5886	157.36	8524	328. 4	16761
40	13. 2	3344	27.19	3550	43.48	3944	65.32	4642	97. 7	5904	158.47	8672	329.33	16813
50	13. 5	3354	27.16	3561	44. 0	3956	65.50	4635	98 32	5922	158.58	8698	331. 1	16865
55 0	13. 9	3364	27. 23	3572	44.12	3968	66. 8	4668	98.59	5940	159.40	8624	332.30	16916
10	13.12	3374	27.31	3582	44.23	3980	66.26	4682	99 24	5958	160.22	8680	334. 0	16967
20	13.16	3384	27.38	3592	44.46	3992	66.42	4696	99.51	976	161. 5	8676	335. 21	17018
30	13.20	3394	27.45	3603	44.58	4004	67. 1	4710	100.17	5994	161.47	8712	336.51	17070
40	13.25	3404	27.53	3614	45.58	4016	67.19	4724	100.44	6012	162.29	8728	338.21	17122
50	13.26	3414	28. 0	3625	45.10	4028	67.36	4738	101.10	6030	163.12	8757	339. 52	17174
56 0	13.30	3424	28. 7	3636	45.22	4040	67.54	4753	101.37	6048	163.55	8780	341.23	17224
10	13.33	3434	28.15	3646	45. 33	4052	68.11	4766	102. 4	6066	164.40	8866	342.47	17275
20	13.37	3444	28.22	3656	45. 45	4064	68.29	4780	102.37	6084	165.21	8832	344.19	17326
30	13.41	3452	28.30	3667	45. 58	4076	68.47	4794	102.58	6102	166. 8	8858	345. 51	17377
40	13.44	3466	28.27	3678	46.81	4088	69. 5	4808	103.25	6120	166.52	8884	347 24	17428
50	13.48	3477	28.45	3689	46.22	4100	69.24	4822	103.52	6138	167.36	8910	348.57	17479
57 0	13.52	3488	28.52	3700	46.35	4112	69.42	4836	104.20	6156	168.20	8936	350.27	17528
10	13.56	3498	29. 0	3711	46.47	4124	70. 0	4850	104.40	6174	169. 4	8962	352. 0	17579
20	14. 0	3508	29. 8	3722	46.59	4136	70.20	4864	105.15	6192	169 48	8988	353.21	17630
30	14. 3	3518	29.15	3733	47.11	4148	70.38	4878	105.43	6210	170.33	9914	355. 8	17681
40	14. 7	3528	29.23	3745	47.24	4160	70.58	4892	106.11	6228	171.18	9040	356.41	17732
50	14.11	3538	29.31	3757	47.37	4172	71.14	4906	106.39	6246	172. 2	9066	358.16	17784
58 0	14.15	3548	29.39	3768	47.50	4184	71.34	4920	107. 7	6164	172.47	9092	359.45	17836
10	14.18	3558	29.46	3778	48. 2	4196	71.53	4934	107.35	6272	173.32	9118	361.21	17888
20	14.22	3568	29.54	3788	48.15	4208	72.12	4948	108. 4	6290	174 18	9144		
30	14.26	3579	30. 2	3799	48.27	4220	72 31	4965	108.32	6308	175. 4	9171		
40	14.30	3590	30. 10	3810	48.40	4232	72.50	4980	109. 1	6326	175.54	9198		
50	14.34	3601	30. 19	3821	48.53	4244	73. 9	4994	109.50	6344	176.37	9225		
59 0	14.37	3612	30.27	3832	49. 6	4256	73.28	5008	109.59	6372	177.27	9251		
10	14.41	3622	30. 33	3842	49.19	4268	73.48	5022	110.28	6390	178.13	9280		
20	14.44	3632	30. 43	3852	49.32	4280	74. 6	5035	110.57	6408	179. 0	9312		
30	14.48	3642	30. 51	3862	49.45	4292	74.28	5048	111.27	6426	179.47	9344		
40	14.52	3651	30.59	3873	49.59	4304	74.46	5062	111.56	6445	180.31	9376		
50	14.56	3660	31. 8	3884	50.21	4316	75. 7	5076	111.26	6464	181.22	9408		

Digitized by Google

I. TAB. *Loxodromica cum differentia longitudinis & milliaribus Italicis.*

Latit. G.M.	Rhomb. I. Gr. 11. 15. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rhom. II. G. 22. 30. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rho. III. G. 33. 45. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rho. IV. G. 45. 0. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rhom. V. G. 56. 15. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rho. VI. G. 67. 30. Lon. G.M.	Iter. Mil.	Rho. VII. G. 78. 45. Lon. G.M.	Iter. Mil.
60 0	15. 0	3672	31.16	3896	50.25	4328	75.46	5092	112.56	6480	182.11	9408	379.19	18426
10	15. 4	3682	31.24	3907	50.38	4340	76.47	5106	113.25	6498	181.59	9434		
20	15. 8	3692	31.32	3918	58.52	4352	76. 8	5120	113.56	6516	183.48	9460		
30	15.12	3702	31. 41	3929	51. 6	4364	76.28	5134	114.26	6534	184.36	9486		
40	15.16	3712	31.48	3941	51.10	4376	76.48	5148	114.57	6552	185.26	9512		
50	15.20	3722	31.57	3953	51.33	4388	77. 8	5162	115.27	6570	186.15	9538		
61 0	15.25	3732	32. 6	3964	51.46	4400	77.29	5176	115.58	6588	187. 4	9564		
10	15.29	3742	32.15	3975	52. 0	4412	77.49	5190	116.29	6606	187.57	9590		
20	15. 33	3752	32.23	3986	52.14	4424	78.10	5204	116.59	6624	188.43	9616		
30	15.37	3762	32.31	3997	52.28	4436	78.31	5218	117.31	6642	189.38	9642		
40	15.41	3772	32.40	4007	52.42	4448	78.51	5232	118. 3	6660	190.28	9668		
50	15.45	3782	32.49	4018	52.50	4460	79.12	5246	118.34	6678	193.19	9694		
62 0	15.49	3792	32.58	4028	53.10	4472	79.34	5260	119. 6	6696	192.10	9720		
10	15.54	3802	33. 7	4038	53.24	4484	79.55	5274	119.37	6714	193. 1	9746		
20	15.58	3812	33.16	4049	53.38	4496	80.17	5288	120.10	6732	193.52	9772		
30	16. 3	3822	33.25	4060	53.53	4508	80.38	5302	120.43	6750	194.44	9798		
40	16. 7	3832	33.34	4070	53.27	4520	81. 0	5316	121.15	6768	195.37	9824		
50	16.12	3842	33.43	4080	54.21	4532	81.22	5330	121.47	6786	196.30	9850		
63 0	16.16	3852	33.52	4090	54.38	4544	81.44	5344	122.21	6804	197.23	9876		
10	16.20	3862	34. 1	4100	54.52	4556	82. 6	5358	122.53	6822	198.16	9902		
20	16.24	3872	34.10	4110	55. 6	4568	82.28	5372	123.27	6840	199.15	9928		
30	16.26	3883	34.19	4121	55.22	4581	82.51	5387	124. 0	6858	200. 3	9954		
40	16.34	3894	34.28	4132	55.37	4594	83.14	5402	124.34	6876	201. 0	9980		
50	16.38	3905	34.38	4144	55.52	4606	83.36	5417	125. 8	6894	201.51	10018		
64 0	16.43	3916	34.48	4156	56. 7	4621	83.59	5432	125.42	6912	202.49	10036		
10	16.47	3926	34.58	4168	56.22	4632	84.22	5446	126.16	6930	203.43	10062		
20	16.52	3936	35. 0	4180	56.38	4644	84.45	5460	126.51	6948	204.38	10088		
30	16.56	3946	35.16	4191	56.53	4656	85. 9	5474	127.26	6966	205.34	10114		
40	17. 1	3956	35.26	4201	57. 8	4668	85.31	5488	128.0	6984	206.31	10140		
50	17. 5	3966	35.36	4213	57.24	4680	85.55	5502	128.35	7002	207.27	10166		
65 0	17.10	3976	35.46	4224	57.40	4692	86.19	5516	129.11	7020	208.24	10192		
10	17.15	3986	35.55	4234	57.56	4704	86.41	5530	129.46	7038	209.20	10218		
20	17.20	3996	36. 5	4244	58.12	4716	87. 6	5541	130.22	7056	210.18	10244		
30	17.25	4007	36.15	4255	58.28	4728	87.29	5558	130.58	7074	211.16	10270		
40	17.25	4018	36.25	4266	58.24	4740	87.55	5572	131.54	7092	212.15	10296		
50	17.34	4020	36 36	4277	59. 1	4751	88.20	5586	132.10	7110	213.12	10322		
66 0	17.39	4040	36.46	4288	59.17	4764	88.44	5600	132.47	7128	214.11	10348		
10	17.43	4450	36.56	4298	59.33	4776	89. 8	5614	133.24	7146	215.10	10374		
20	17.48	4060	37. 6	4308	59.50	4788	89.32	5628	134. 1	7164	216.13	10400		
30	17.53	4070	37.16	4329	60. 6	4800	89.57	5642	134.38	7182	217.15	10426		
40	17.58	4080	37.26	4330	60.23	4812	90.23	5656	135.16	7200	218.17	10452		
50	18. 3	4090	37.38	4341	60.40	4824	90.48	5670	135.54	7218	219.18	10478		
67 0	18. 8	4100	37.48	4352	60.58	4836	91.13	5684	136.32	7236	220.19	10504		
10	18.13	4110	37.58	4362	61.15	4848	91.38	5698	137. 9	7257	22..20	10530		
20	18 18	4120	38. 9	4372	61.32	4860	92. 4	5712	137.49	7272	222.21	10556		
30	18.24	4130	38.20	4382	61.49	4872	92.30	5726	138.28	7290	223.23	10582		
40	18.30	4140	38.30	4394	62.17	4884	92.56	5740	139. 8	7308	224.26	10608		
50	18.35	4150	38.40	4405	62.24	4896	93.23	5754	139.37	7326	225.29	10594		
68 0	18.40	4160	38.52	4416	62.41	4908	93.50	5768	140.27	7344	226.33	10660		
10	18.45	4170	39. 4	4426	62.59	4920	94.17	5782	141. 7	7362	227.36	10686		
20	18.51	4180	39.15	4436	63.17	4932	94.44	5796	141.47	7380	228.41	10712		
30	18.56	4190	39 26	4446	63.35	4944	95.11	5810	142.29	7398	229.45	10738		
40	19. 2	4200	39.38	4458	63.54	4956	95.38	5824	143. 9	7416	230.49	10764		
50	19. 7	4210	39.50	4469	64.12	4968	96. 5	5838	143.46	7434	232. 1	10790		
69 0	19.12	4220	40. 0	4480	64.31	4980	96.33	5856	144.32	7453	233.14	10820		
10	19.18	4230	40.12	4491	64.50	4992	97. 2	5870	145.14	7474	234.21	10846		
20	19.24	4240	40.24	4502	65. 8	5004	97.30	5884	145.56	7495	235.29	10872		
30	19.28	4250	40.38	4513	65.27	5016	98. 0	5897	149.39	7516	236.57	10898		
40	19.35	4261	40.45	4524	65.46	5028	98.29	5910	147.22	7536	237.46	10924		
50	19.40	4272	40.58	4537	66. 15	5040	98.58	5920	148. 7	7560	138.54	10984		

Digitized by Google

I. TAB. *Loxodromica cum differentia longitudinis & milliaribus Italicis:*

	Rhomb.I. G. 11. 15.		Rhom.II. G. 22.30.		Rho. III. G.33.45.		Rhom.IV. G. 45. 0.		Rhom. V. G. 56. 15.		Rhom. VI. G. 67. 30.		Rhomb. VII. G. 78. 45.	
Latit. G. M.	Long.Iter. G.M.	Mil.	Lon. Iter. G.M.	Mil.	Lon. Iter. G.M.	Mil.	Long.Iter. G.M.	Mil.	Long.Iter. G.M.	Mil.	Long. Iter. G. M.	Mil.	Long. Iter. G. M.	Mil.
70	19.46	4280	41.10	4544	66.25	5053	99. 26	5940	148.48	7360	240. 4	10976		
71	20.22	4344	42.26	4612	68.27	5124	102.24	6024	153.17	7668	247.15	11132		
72	21. 0	4404	43.45	4680	70.33	5196	105.34	6108	158. 0	7772	254.55	11288		
73	21.39	4464	45. 7	4740	72.47	5268	108.53	6192	162.59	7884	262.57	11444		
74	22.21	4528	46.31	4804	75. 7	5360	112.24	6280	168.15	7992	271.21	11604		

II. TAB. *Loxodromica cum milliaribus Italicis.*

Romb.	$6\frac{1}{4}$	$5\frac{2}{5}$	$5\frac{3}{4}$	$6\frac{1}{4}$	$6\frac{2}{4}$	$6\frac{3}{4}$	$7\frac{1}{4}$	$7\frac{2}{4}$	$7\frac{3}{5}$
Gr.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.
1	116	127	140	178	207	247	409	612	1221
2	233	255	281	356	415	494	818	1224	2443
3	350	382	421	534	620	741	1227	1836	3664
4	467	509	561	712	827	988	1636	2448	4886
5	584	636	702	890	1033	1235	2044	2821	5108
6	700	764	842	1068	1240	1482	2453	3673	7329
7	817	891	982	1246	1447	1728	2863	4285	8551
8	934	1018	1163	1425	1653	1976	3268	4897	9773
9	1051	1145	1263	1602	1860	2222	3680	5509	10994
10	1167	1273	1403	1781	2067	2469	4093	6121	12216
20	2334	2545	2807	3562	4134	4939	8178	12243	24432
30	3501	3818	4209	5343	6200	7408	12267	18364	36648
40	4668	5091	5613	7124	8268	9877	16356	24485	73264
50	5833	6364	7016	8905	10335	12347	20445	30607	83480
60	7003	7637	8420	10686	12402	14816	24455	36728	97696
Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.
1	2	2	2	3	4	5	7	10	20
2	4	4	5	6	7	8	13	20	41
3	6	6	7	9	10	12	20	30	61
4	8	8	9	12	13	16	27	41	82
5	10	10	12	15	17	20	34	51	102
6	12	13	14	18	21	25	41	61	122
7	14	15	16	21	24	29	48	68	142
8	16	17	19	24	28	33	54	81	163
9	18	19	22	27	31	37	61	92	183
10	20	12	24	30	34	41	68	102	204
20	39	42	47	59	69	83	136	204	408
30	58	64	70	89	103	124	204	306	611
40	78	85	92	120	138	164	272	408	815
50	97	106	116	148	172	206	341	510	918
60	112	127	140	178	2017	247	409	612	1221

TABULA

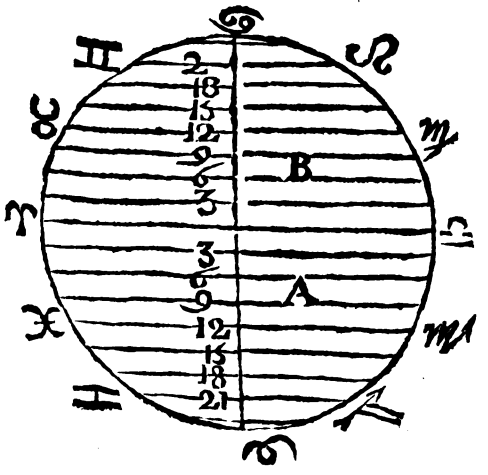
Digitized by Google

TABVLA MILLIARIORVM
Italicorum in gradibus parallelorum.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
	60.	120	180	240	300	360	420	480	540	600
6	59.46	119	179	239	299	359	419	479	539	598
7	59.40	119	179	239	298	359	419	478	538	597
8	59.34	119	179	238	297	358	418	477	536	596
9	59.26	119	178	238	296	357	417	476	535	594
10	59. 5	118	177	236	295	356	416	474	534	592
11	58.54	118	177	236	294	355	414	472	532	587
12	58.41	117	176	235	293	354	412	470	530	586
13	58.28	117	176	234	292	352	410	468	528	584
14	58.13	116	175	233	291	350	428	466	515	582
15	57.57	116	174	232	290	348	406	463	522	580
16	57.41	115	173	231	289	346	404	461	519	577
17	57.23	115	172	230	288	344	402	459	516	574
18	57. 4	114	171	229	286	342	400	456	513	571
19	56.44	114	170	227	284	340	398	453	510	568
20	56.23	113	169	226	282	338	395	451	507	564
21	56. 1	112	168	224	280	336	393	448	504	560
22	55.38	112	168	224	278	334	391	445	501	556
23	55.14	111	167	222	276	332	388	442	497	552
24	54.49	110	166	220	274	330	385	439	493	548
25	54.23	109	165	218	272	327	381	435	489	544
26	53.55	108	164	216	270	324	377	431	485	540
27	53.29	107	162	214	268	321	374	427	481	535
28	52.59	106	160	212	266	318	370	423	477	530
29	52.39	105	158	210	263	315	365	419	473	525
30	51.58	104	156	208	260	312	360	415	468	520
31	51.26	103	155	206	257	309	356	411	465	515
32	50.53	102	153	204	254	306	354	407	458	509
33	50.19	101	151	202	251	303	350	403	453	503
34	49.45	100	149	200	249	299	347	398	448	497
35	49. 9	98	147	197	246	295	344	393	442	492
36	48.32	97	146	195	243	291	340	388	437	486
37	47.55	96	144	193	240	287	336	383	432	480
38	47.27	95	142	190	237	283	332	378	426	474
39	46.39	94	140	187	234	280	327	373	420	467
40	45.58	92	138	184	230	276	322	368	414	460
41	45.17	91	136	181	227	272	317	363	408	453
42	45.35	90	134	178	224	268	312	357	402	446
43	43.53	88	132	176	220	264	307	351	396	439
44	43.10	87	130	173	216	260	302	345	389	432
45	42.25	85	127	170	212	255	297	339	382	424
46	41.41	84	125	167	209	250	292	333	375	417
47	40.45	83	123	164	205	245	287	327	368	410
48	40. 9	81	121	161	201	240	281	321	361	402
49	39.22	79	119	158	197	236	276	315	354	394
50	38.34	77	116	154	193	231	271	309	347	386
51	37.46	76	113	151	189	226	265	303	340	378
52	36.56	75	110	148	185	221	259	297	333	370
53	36. 7	73	107	145	180	216	253	291	326	362
54	35.16	71	104	142	176	211	247	284	318	353
55	34.25	69	102	139	172	206	241	277	310	344
56	33.33	68	101	136	168	200	235	270	302	336
57	32.41	66	99	133	164	195	229	263	294	327
58	31.48	64	96	129	160	190	223	256	286	318
59	30.54	62	93	125	155	185	216	248	278	309
60	30. 0	60	90	120	150	180	210	240	270	300
61	29. 5	59	87	116	146	175	204	233	262	291
62	28.10	57	85	112	142	170	198	226	254	282
63	27.15	55	82	108	137	164	191	219	246	273
64	26.19	53	79	105	132	158	184	211	237	264

TABULA DECLINATIONIS Eclypticæ.

Grad. Eclyp.	Aries. Libra Gr. Mi. Se.	Taurus Scorpius Gr. Mi. Se.	Gemini Arcitenens Gr. Mi. Se.	
0	0. 0. 0.	11. 30. 42.	20. 13. 22.	30.
1	0. 23. 56.	11. 51. 48.	20. 25. 57.	29.
2	0. 47. 53.	12. 12. 40.	20. 30. 0.	28.
3	1. 11. 49.	12. 33. 21.	20. 49. 58.	27.
4	1. 35. 43.	12. 53. 50.	21. 1. 25.	26.
5	1. 59. 37.	13. 14. 5.	21. 12. 29.	25.
6	2. 23. 28.	13. 34. 7.	21. 23. 7.	24.
7	2. 47. 16.	13. 53. 57.	21. 33. 22.	23.
8	3. 11. 4.	14. 13. 32.	21. 43. 15.	22.
9	3. 34. 47.	14. 32. 53.	21. 54. 14.	21.
10	3. 58. 28.	14. 51. 59.	22. 1. 45.	20.
11	4. 22. 4.	15. 10. 50.	22. 10. 22.	19.
12	4. 45. 37.	15. 29. 26.	22. 18. 35.	18.
13	5. 9. 5.	15. 47. 47.	22. 26. 22.	17.
14	5. 32. 29.	16. 5. 51.	22. 33. 44.	16.
15	5. 55. 47.	16. 23. 39.	22. 40. 39.	15.
16	6. 18. 58.	16. 41. 9.	22. 47. 10.	14.
17	6. 42. 6.	16. 58. 22.	22. 53. 13.	13.
18	7. 5. 6.	17. 15. 18.	22. 58. 51.	12.
19	7. 28. 0.	17. 31. 54.	23. 4. 3.	11.
20	7. 50. 46.	17. 48. 14.	23. 8. 47.	10.
21	8. 13. 26.	18. 4. 14.	23. 13. 5.	9.
22	8. 35. 58.	18. 19. 57.	23. 16. 56.	8.
23	8. 58. 20.	18. 35. 18.	23. 20. 20.	7.
24	9. 20. 34.	18. 50. 21.	23. 23. 18.	6.
25	9. 42. 41.	19. 5. 4.	23. 25. 48.	5.
26	10. 4. 38.	19. 19. 26.	23. 27. 51.	4.
27	10. 26. 24.	19. 33. 27.	23. 29. 27.	3.
28	10. 48. 2.	19. 47. 7.	23. 30. 35.	2.
29	11. 9. 27.	20. 0. 26.	23. 31. 17.	1.
30	11. 30. 42.	20. 13. 22.	23. 31. 30.	0.
	Virgo Pisces	Leo Amphora	Cancer Caper.	



Poterimus eandem habere declinationem si centro A, facto circulo lineas AC, AB, in viginti tres cum dimidia partes æquales diviserimus, tum diviso circulo in suos gradus quibus, & signorum, & graduum notas addemus, videbimus uno intuitu singulorum graduum Eclypticæ declinationem.

Nomina

Nomina.	Aſcenſio recta. Si	Gr.	Mi.	Declin. Gr.	Mi.	
Lucida arietis.	0.	26.	30	21.	39.	bor.
Caput meduſæ.	1.	10.	57	39.	27.	bor.
Ocul. Tauri.	2.	3.	33	15.	41.	bor.
Capella.	2.	12.	11	45.	32.	bor.
Lucidus pes Orionis.	2.	14.	16.	8.	41.	A
Dexter humerus Otio.	2.	23.	42	7.	17.	bor.
Syrius.	3.	7.	6	16.	12.	Au.
Superius Caput gemin.	3.	17.	30	32.	29.	bor.
Canis minor.	3.	19.	53	6.	10.	bor.
Cor hydræ.	4.	17.	16	7.	2.	Au.
Cauda leonis.	5.	22.	25	16.	42.	bor.
Cor Leonis.	4.	27.	2	13.	48.	bor.
Spica ♍.	6.	16.	20	9.	7.	Au.
Borea lanx.	7.	14.	10	7.	55.	Au.
Arcturus.	6.	29.	38	21.	12½.	bor.
Corona.	7.	19.	59	28.	329.	60.
Lyra.	9.	6.	1	38.	29.	bor.
Aquila.	9.	23.	4	7.	57.	bor.
Cauda cycni.	10.	7.	8	43.	57½.	bor.
Match. peg.	11.	11.	30	13.	11.	bor.
Caput Andromedæ.	11.	27.	14	27.	1.	bor.
Extrema ala peg.	11.	28.	29	13.	5.	bor.

Neque verò opus erit recurrere ad locum ſolis, ut habeatur ſolis declinatio, ſed immediatè ex tabula annorum excerpi poteſt. Uſus autem tabulæ facillimus eſt, cum è regione diei, notata ſit declinatio. Octo autem tabulæ apponuntur, quia in ſingulos, annos ſol recedit 6 horis, ob breviorem annum communem, reſtituitur tamen in priſtinum locum per biſſextilem annum.

Deberet item aliqua correctio adhiberi quoties accidet, ut non ſit in eodem meridiano cui tabulæ tuæ affixæ ſunt, ſed iſta ſunt levioris momenti, niſi navigatio inſtituatur ad Indos.

Sequentes tabulæ declinationum ſolis ad annum 1800, adeò exactè declinationes ſolis exhibent, ut tribus tantum ſcrupulis à cœlo diſſentire poſſint.

TABULAS DECLINATIONUM

Solis debet Index præcedere, multorum Annorum seriem continens, ut ex illo addiscatur, quota ex Tabulis octo sequentibus, quolibet anno proposito, utendum sit: Nam è regione anni cujuslibet, signatur Tabula, quæ debeat esse in usu, toto illo Anno, à prima die Martii, usque ad primam Martii anni sequentis. In annis autem communibus, omittitur dies 29. Februarii, ut par est: Neque tamen omissione illa declinatio Solis, hinc collecta luxari postridie deprehenditur, immò die sequenti prima Martii, eadem declinatio ex alia Tabula ab Indice designata, acquiritur, quæ aliàs in anno Bissextili die 29. Februarii, è priori Tabula collecta fuisset.

An. Chr.	Tab
1673.	2
1674.	3
1675.	4
B. 1676.	1
1677.	2
1678.	3
1679.	4
B. 1680.	1
1681.	2
1682.	3
1683.	4
B. 1684.	1
1685.	1
1686.	2
1687.	3
B. 1688.	8
1689.	1
1690.	2
1691.	3
B. 1692.	8
1693.	1
1694.	2
1695.	3
B. 1696.	8
1697.	1
1698.	2
1699.	3
B. 1700.	4
1701.	5
1702.	6
1703.	7
B. 1704.	4

An. Chr.	Tab
1705.	5
1706.	6
1707.	7
B. 1708.	4
1709.	5
1710.	6
1711.	7
B. 1712.	4
1713.	5
1714.	6
1715.	7
B. 1716.	4
1717.	5
1718.	5
1719.	6
B. 1720.	7
1721.	4
1722.	5
1723.	6
B. 1724.	3
1725.	4
1726.	5
1727.	6
B. 1728.	3
1729.	4
1730.	5
1731.	6
B. 1732.	3
1733.	4
1734.	5
1735.	6
B. 1736.	3

An. Chr.	Tab
1737.	4
1738.	5
1739.	6
B. 1740.	3
1741.	4
1742.	5
1743.	6
B. 1744.	3
1745.	4
1746.	5
1747.	6
B. 1748.	3
1749.	4
1750.	5
1751.	5
B. 1752.	2
1753.	3
1754.	4
1755.	5
B. 1756.	2
1757.	3
1758.	4
1759.	5
B. 1760.	2
1761.	3
1762.	4
1763.	5
B. 1764.	2
1765.	3
1766.	4
1767.	5
B. 1768.	2

An. Chr.	Tab
1769.	3
1770.	4
1771.	5
B. 1772.	6
1773.	3
1774.	4
1775.	5
B. 1776.	2
1777.	3
1778.	4
1779.	5
B. 1780.	2
1781.	3
1782.	4
1783.	5
B. 1784.	1
1785.	2
1786.	3
1787.	4
B. 1788.	1
1789.	2
1790.	3
1791.	4
B. 1792.	1
1793.	2
1794.	3
1795.	4
B. 1796.	1
1797.	2
1798.	3
1799.	4
B. 1800.	5

DECLINA

Digitized by Google

DECLINATIONVM SOLIS

TABVLA PRIMA.

dies mẽs.	Martii, Sud. Grad.		April. Nord. Grad.		Maii, Nord. Grad.		Junii, Nord. Grad.		Julii, Nord. Grad.		Augu. Nord. Grad.		Sept. Nord. Grad.		Octob. Sud. Grad.		Nove. Sud. Grad.		Dece. Sud. Grad.		Janu. Sud. Grad.		Febr. Sud. Grad.	
1	7.	9	4.	59	15.	25	22.	13	23.	7	17.	53	8.	2	3.	31	14.	46	22.	1	23.	59	16.	51
2	6.	46	5.	22	15.	43	22.	21	23.	2	17.	37	7.	40	3.	54	15.	5	22.	10	22.	53	16.	34
3	6.	23	5.	45	16.	0	22.	28	22.	57	17.	22	7.	18	4.	18	15.	24	22.	18	22.	47	16.	16
4	5.	59	6.	8	16.	17	22.	35	22.	52	17.	5	6.	55	4.	41	15.	42	22.	26	22.	40	15.	58
5	5.	36	6.	30	16.	34	22.	42	22.	46	16.	49	6.	33	5.	4	16.	1	22.	34	22.	33	15.	19
6	5.	13	6.	53	16.	51	22.	48	22.	40	16.	33	6.	11	5.	27	16.	19	22.	41	22.	26	15.	21
7	4.	49	7.	15	17.	7	22.	53	22.	34	16.	16	5.	48	5.	50	16.	36	22.	47	22.	18	15.	2
8	4.	26	7.	38	17.	23	22.	59	22.	27	15.	59	5.	25	6.	13	16.	54	22.	53	22.	10	14.	43
9	4.	2	8.	0	17.	39	23.	3	22.	19	15.	41	5.	3	6.	36	17.	11	22.	59	22.	1	14.	23
10	3.	39	8.	22	17.	55	23.	8	22.	12	15.	23	4.	40	6.	59	17.	28	23.	4	21.	52	14.	4
11	3.	15	8.	44	18.	10	23.	12	22.	4	15.	16	4.	17	7.	22	17.	44	23.	9	21.	42	13.	44
12	2.	52	9.	6	18.	25	23.	16	21.	55	14.	47	3.	54	7.	44	18.	0	23.	13	21.	32	13.	24
13	2.	28	9.	27	18.	40	23.	19	21.	46	14.	29	3.	21	8.	7	18.	16	23.	17	21.	22	13.	3
14	2.	4	9.	49	18.	54	23.	22	21.	37	14.	10	3.	7	8.	29	18.	32	23.	20	21.	11	12.	43
15	1.	41	10.	10	19.	8	23.	24	21.	28	13.	52	2.	44	8.	52	18.	47	23.	23	21.	0	12.	22
16	1.	17	10.	31	19.	22	23.	26	21.	18	13.	33	2.	21	9.	14	19.	2	23.	25	20.	48	12.	1
17	0.	53	10.	52	19.	35	23.	28	21.	8	13.	13	1.	58	9.	36	19.	17	23.	27	20.	36	11.	40
18	0.	30	11.	13	19.	48	23.	29	20.	57	12.	54	1.	34	9.	58	19.	31	23.	29	20.	23	11.	19
19	0.	6	11.	34	20.	1	23.	30	20.	46	12.	34	1.	11	10.	20	19.	45	23.	29	20.	11	10.	57
	Nord.																							
20	0.	18	11.	54	20.	13	23.	30	20.	35	12.	14	0.	47	10.	41	19.	58	23.	30	19.	57	10.	35
21	0.	42	12.	14	20.	25	23.	30	20.	23	11.	54	0.	24	11.	3	20.	11	23.	30	19.	44	10.	14
22	1.	5	12.	34	20.	37	23.	30	20.	11	11.	34	0.	1	11.	24	20.	24	23.	29	19.	30	9.	52
													Sud.											
23	1.	29	12.	54	20.	48	23.	29	19.	59	11.	13	0.	23	11.	45	20.	37	23.	29	19.	15	9.	30
24	1.	52	13.	14	20.	59	23.	27	19.	46	10.	53	0.	47	12.	6	20.	49	23.	27	19.	1	9.	7
25	2.	16	13.	33	21.	10	23.	26	19.	33	10.	32	1.	10	12.	27	21.	0	23.	25	18.	46	8.	45
26	2.	39	13.	52	21.	20	23.	23	19.	19	10.	11	1.	34	13.	47	21.	11	23.	23	18.	30	8.	22
27	3.	3	14.	11	21.	30	23.	21	19.	6	9.	50	1.	57	13.	8	21.	22	23.	20	18.	15	8.	0
28	3.	26	14.	30	21.	39	23.	18	18.	52	9.	29	2.	20	13.	28	21.	33	23.	17	17.	59	7.	37
29	3.	50	14.	49	21.	48	23.	15	18.	38	9.	7	2.	44	13.	48	21.	43	23.	13	17.	42	7.	14
30	4.	13	15.	7	21.	57	23.	11	18.	23	8.	46	3.	7	14.	7	21.	52	23.	9	17.	26		
31	4.	36			22.	6			18.	8	8.	24			14.	27			23.	4	17.	9		

Digitized by Google

DECLINATIONVM SOLIS.

TABVLA SECVNDA.

dies mẽ ſũ.	Martii, Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii, Nord. Grad.	Junii, Nord. Grad.	Julii, Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob. Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janu. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 14	4. 53	15. 21	22. 12	23. 8	17. 57	8. 7	3. 25	14. 42	21. 59	23. 0	16. 56
2	6. 51	5. 16	15. 38	22. 19	23. 3	17. 42	7. 45	3. 49	15. 0	22. 8	22. 54	16. 38
3	6. 28	5. 39	15. 56	22. 27	22. 59	17. 25	7. 23	4. 12	15. 19	22. 16	22. 49	16. 20
4	6. 5	6. 2	16. 13	22. 34	22. 53	17. 9	7. 1	4. 35	15. 38	22. 24	22. 42	16. 2
5	5. 42	6. 25	16. 30	22. 40	22. 48	16. 53	6. 39	4. 58	15. 56	22. 32	22. 35	15. 44
6	5. 18	6. 47	16. 47	22. 46	22. 42	16. 37	6. 16	5. 22	16. 14	22. 39	22. 28	15. 25
7	4. 55	7. 10	17. 3	22. 52	22. 35	16. 20	5. 54	5. 45	16. 32	22. 49	22. 20	15. 6
8	4. 32	7. 32	17. 20	22. 57	22. 28	16. 3	5. 31	6. 8	16. 49	22. 52	22. 12	14. 47
9	4. 8	7. 55	17. 35	23. 2	22. 21	15. 45	5. 8	6. 31	17. 7	22. 57	22. 3	14. 28
10	3. 45	8. 17	17. 51	23. 7	22. 14	15. 28	4. 45	6. 53	17. 24	23. 3	21. 54	14. 8
11	3. 21	8. 39	18. 6	23. 11	22. 6	15. 10	4. 22	7. 16	17. 40	23. 8	21. 45	13. 48
12	2. 57	9. 0	18. 21	23. 15	21. 57	14. 52	3. 59	7. 39	17. 56	23. 12	21. 35	13. 28
13	2. 34	9. 22	18. 36	23. 18	21. 49	14. 34	3. 36	8. 1	18. 12	23. 16	21. 24	13. 8
14	2. 10	9. 44	18. 50	23. 21	21. 40	14. 15	3. 13	8. 24	18. 28	23. 19	21. 14	12. 48
15	1. 46	10. 5	19. 5	23. 24	21. 30	13. 56	2. 50	8. 46	18. 43	23. 22	21. 2	12. 27
16	1. 23	10. 26	19. 18	23. 26	21. 20	13. 37	2. 27	9. 8	18. 58	23. 25	20. 51	12. 6
17	0. 59	10. 47	19. 32	23. 27	21. 10	13. 18	2. 3	9. 31	19. 13	23. 27	20. 39	11. 45
18	0. 35	11. 8	19. 45	23. 29	20. 59	12. 59	1. 40	9. 52	19. 27	23. 28	20. 26	11. 24
19	0. 12	11. 29	19. 58	23. 29	20. 49	12. 39	1. 17	10. 14	19. 41	23. 29	20. 14	11. 2
20	Nord. 0. 12	11. 49	20. 10	23. 30	20. 37	12. 19	0. 53	10. 36	19. 55	23. 30	20. 1	10. 41
21	0. 36	12. 9	20. 22	23. 30	20. 26	11. 59	0. 30	10. 57	20. 8	23. 30	19. 47	10. 19
22	0. 59	12. 30	20. 34	23. 30	20. 14	11. 39	0. 6	11. 19	20. 21	23. 30	19. 33	9. 57
23	1. 23	12. 49	20. 45	23. 29	20. 2	11. 18	Sud. 0. 17	11. 40	20. 34	23. 29	19. 19	9. 35 9. 13
24	1. 47	13. 9	20. 56	23. 28	19. 49	10. 58	0. 41	12. 1	20. 46	23. 27	19. 4	
25	2. 10	13. 29	21. 7	23. 26	19. 36	10. 37	1. 4	12. 22	20. 57	23. 26	18. 49	8. 50
26	2. 34	13. 48	21. 17	23. 24	19. 23	10. 16	1. 28	12. 42	21. 9	23. 23	18. 14	8. 28
27	2. 57	14. 7	21. 27	23. 22	19. 9	9. 55	1. 51	3. 3	21. 20	23. 21	18. 18	8. 5
28	3. 21	14. 26	21. 37	23. 19	18. 55	9. 34	2. 15	13. 23	21. 30	23. 18	18. 3	7. 42
29	3. 44	14. 44	21. 46	23. 16	18. 41	9. 12	2. 38	13. 43	21. 40	23. 14	17. 46	7. 20
30	4. 7	15. 2	21. 55	23. 12	18. 26	8. 51	3. 2	14. 3	21. 50	23. 10	17. 30	
31	4. 30		22. 4		18. 12	8. 29		14. 22		23. 5	17. 13	

DECLI

Digitized by Google

DECLINATIONVM SOLIS.

TABVLA TERTIA.

dies mẽsiũ.	Martii Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii. Nord. Grad.	Junii. Nord. Grad.	Julii. Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janv. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 20	4. 48	15. 16	22. 10	23. 9	18. 0	8. 12	3. 19	14. 37	22. 57	23. 1	17. 0
2	6. 57	5. 11	15. 34	22. 17	23. 5	17. 45	7. 51	3. 43	14. 56	22. 6	22. 56	16. 43
3	6. 34	5. 34	15. 52	22. 25	23. 0	17. 29	7. 28	4. 6	15. 15	22. 14	22. 50	16. 25
4	6. 11	5. 57	16. 9	22. 32	22. 55	17. 13	7. 6	4. 30	15. 33	22. 22	22. 44	16. 7
5	5. 47	6. 19	16. 26	22. 39	22. 49	16. 57	6. 44	4. 53	15. 52	22. 30	22. 37	15. 49
6	5. 24	6. 42	16. 43	22. 45	22. 43	16. 41	6. 22	5. 16	16. 10	22. 37	22. 30	15. 31
7	5. 1	7. 5	16. 59	22. 51	22. 37	16. 24	5. 59	5. 39	16. 28	22. 44	22. 22	15. 12
8	4. 37	7. 27	17. 16	22. 56	22. 30	16. 7	5. 36	6. 2	16. 45	22. 50	22. 14	14. 53
9	4. 14	7. 49	17. 32	23. 1	22. 23	15. 50	5. 14	6. 25	17. 3	22. 56	22. 6	14. 34
10	3. 50	8. 11	17. 47	23. 6	22. 16	15. 32	4. 51	6. 48	17. 19	23. 2	21. 57	14. 14
11	3. 27	8. 33	18. 3	23. 10	22. 8	15. 14	4. 28	7. 11	17. 36	23. 6	21. 47	13. 54
12	3. 3	8. 55	18. 18	23. 14	21. 59	14. 56	4. 5	7. 33	17. 53	23. 11	21. 37	13. 34
13	2. 40	9. 17	18. 33	23. 17	21. 51	14. 38	3. 42	7. 56	18. 9	23. 15	21. 27	13. 14
14	2. 16	9. 38	18. 47	23. 20	21. 42	14. 20	3. 19	8. 18	18. 24	23. 18	21. 16	12. 54
15	1. 52	10. 0	19. 1	23. 23	21. 32	14. 1	2. 55	8. 41	18. 40	23. 22	21. 5	12. 33
16	1. 28	10. 21	19. 15	23. 25	21. 23	13. 42	2. 32	9. 3	18. 55	23. 24	20. 54	12. 12
17	1. 5	10. 42	19. 29	23. 27	21. 13	13. 23	2. 9	9. 25	19. 10	23. 26	20. 42	11. 51
18	0. 41	11. 3	19. 42	23. 28	21. 2	13. 3	1. 46	9. 47	19. 24	23. 28	20. 30	11. 30
19	0. 17	11. 24	19. 55	23. 29	20. 51	12. 44	1. 22	10. 9	19. 38	23. 29	20. 17	11. 9
20	0. 6 Nord.	11. 44	20. 7	23. 30	20. 40	12. 24	0. 59	10. 31	19. 52	23. 30	20. 4	10. 47
21	0. 30	12. 5	20. 19	23. 30	20. 29	12. 4	0. 35	10. 52	20. 5	23. 30	19. 51	10. 25
22	0. 54	12. 25	20. 31	23. 30	20. 17	11. 44	0. 12 Sud.	11. 14	20. 18	23. 30	19. 37	10. 3
23	1. 17	12. 45	20. 43	23. 29	20. 5	11. 23	0. 12	11. 35	20. 31	23. 29	19. 23	9. 41
24	1. 41	13. 4	20. 54	23. 28	19. 52	11. 3	0. 35	11. 56	20. 43	23. 28	19. 8	9. 19
25	2. 5	13. 21	21. 5	23. 26	19. 39	10. 42	0. 59	12. 17	20. 55	23. 26	18. 53	8. 56
26	2. 28	13. 43	21. 15	23. 25	19. 26	10. 21	1. 22	12. 37	21. 6	23. 24	18. 38	8. 34
27	2. 52	14. 2	21. 25	23. 22	19. 12	10. 0	1. 46	12. 58	21. 17	23. 21	18. 22	8. 11
28	3. 15	14. 21	21. 35	23. 20	18. 59	9. 39	2. 9	13. 18	21. 28	23. 18	18. 7	7. 48
29	3. 38	14. 40	21. 44	23. 16	18. 44	9. 18	2. 33	13. 38	21. 38	23. 17	17. 50	7. 26
30	4. 2	14. 58	21. 53	23. 13	18. 30	8. 56	2. 56	13. 58	21. 48	23. 11	17. 34	
31	4. 25		22. 1		18. 15	8. 34		14. 17		23. 6	17. 17	

DECLINATIONVM SOLIS.

TABVLA QVARTA.

dies mẽsiũ.	Martii Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii. Nord. Grad.	Junii. Nord. Grad.	Julii. Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob Sud. Grad.	Novẽ. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janv. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 26	4. 22	15. 11	22. 7	23. 10	18. 5	8. 19	3. 13	14. 31	21. 54	23. 3	17. 4
2	7. 3	5. 5	15. 29	22. 15	23. 6	17. 49	7. 57	3. 37	14. 51	22. 3	22. 57	16. 47
3	6. 40	5. 28	15. 47	22. 23	23. 1	17. 34	7. 35	4. 0	15. 10	22. 12	22. 52	16. 29
4	6. 17	5. 51	16. 4	22. 30	22. 56	17. 18	7. 13	4. 23	15. 29	22. 20	22. 45	16. 12
5	5. 54	6. 13	16. 21	22. 37	22. 51	17. 2	6. 51	4. 47	15. 47	22. 28	22. 39	15. 53
6	5. 31	6. 36	16. 38	22. 43	22. 45	16. 45	6. 28	5. 10	16. 5	22. 35	22. 32	15. 35
7	5. 7	6. 58	16. 55	22. 49	22. 39	16. 29	6. 6	5. 33	16. 23	22. 42	22. 24	15. 16
8	4. 44	7. 21	17. 11	22. 55	22. 32	16. 12	5. 43	5. 56	16. 41	22. 49	22. 16	14. 57
9	4. 20	7. 43	17. 27	23. 0	22. 25	15. 54	5. 20	6. 19	16. 58	22. 55	22. 2	14. 38
10	3. 57	8. 5	17. 43	23. 5	22. 18	15. 37	4. 57	6. 42	17. 15	23. 0	21. 59	14. 18
11	3. 33	8. 27	17. 59	23. 9	22. 10	15. 19	4. 34	7. 5	17. 32	23. 5	21. 50	13. 59
12	3. 10	8. 49	18. 14	23. 13	22. 2	15. 1	4. 11	7. 27	17. 48	23. 10	21. 40	13. 39
13	2. 46	9. 11	18. 29	23. 17	21. 53	14. 43	3. 48	7. 50	18. 4	23. 14	21. 30	13. 19
14	2. 23	9. 32	18. 43	23. 20	21. 44	14. 25	3. 25	8. 12	18. 20	23. 18	21. 19	12. 38
15	1. 59	9. 54	18. 57	23. 22	21. 35	14. 6	3. 2	8. 35	18. 36	23. 21	21. 8	12. 38
16	1. 35	10. 15	19. 11	23. 24	21. 25	13. 47	2. 39	8. 57	18. 51	23. 24	20. 57	12. 17
17	1. 11	10. 36	19. 25	23. 26	21. 15	13. 28	2. 15	9. 19	19. 6	23. 26	20. 45	11. 56
18	0. 47	10. 57	19. 38	23. 28	21. 5	13. 9	1. 52	9. 41	19. 20	23. 28	20. 33	11. 35
19	0. 24	11. 18	19. 51	23. 29	20. 54	12. 49	1. 29	10. 3	19. 34	23. 29	20. 20	11. 13
	Nord.											
20	0. 0	11. 39	20. 3	23. 30	20. 43	12. 29	1. 5	10. 25	19. 48	23. 30	20. 7	10. 52
21	0. 24	11. 59	20. 16	23. 30	20. 32	12. 9	0. 42	10. 46	20. 1	23. 30	19. 54	10. 30
22	0. 47	12. 19	20. 28	23. 30	20. 20	11. 49	0. 18	11. 8	20. 14	23. 30	19. 40	10. 8
							Sud.					
23	1. 11	12. 39	20. 39	23. 29	20. 8	11. 29	0. 5	11. 29	20. 27	23. 30	19. 26	9. 46
24	1. 34	12. 59	20. 51	23. 28	19. 56	11. 8	0. 29	11. 50	20. 39	23. 29	19. 12	9. 24
25	1. 58	13. 19	21. 1	23. 27	19. 43	10. 47	0. 52	12. 11	20. 51	23. 27	18. 57	9. 2
26	2. 21	13. 38	21. 12	23. 25	19. 30	10. 26	1. 16	12. 31	21. 3	23. 25	18. 42	8. 39
27	2. 45	13. 57	21. 22	23. 23	19. 16	10. 5	1. 38	12. 52	21. 14	23. 23	18. 27	8. 17
28	3. 8	14. 16	21. 32	23. 20	19. 3	9. 44	2. 3	13. 12	21. 25	23. 20	18. 11	7. 54
29	3. 32	14. 35	21. 41	23. 17	18. 49	9. 23	2. 27	13. 32	21. 35	23. 17	17. 55	7. 31
30	3. 55	14. 53	21. 50	23. 14	18. 34	9. 2	2. 50	13. 52	21. 45	23. 13	17. 38	
31	4. 19		21. 59		18. 19	8. 40		14. 12		23. 8	17. 22	

Digitized by Google

DECLINATIONVM SOLIS.

TABVLA QVINTA.

dies mẽsiũ.	Martii Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii. Nord. Grad.	Junii. Nord. Grad.	Julii. Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janv. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 31	4. 36	15. 7	22. 6	23. 11	18. 8	8. 24	3. 7	14. 27	21. 52	23. 4	17. 9
2	7. 9	4. 59	15. 25	22. 13	23. 7	17. 53	8. 2	3. 31	14. 46	22. 1	22. 59	16. 51
4	6. 46	5. 22	15. 43	22. 21	23. 2	17. 37	7. 40	3. 54	15. 5	22. 10	22. 53	16. 34
3	6. 23	5. 45	16. 0	22. 28	22. 57	17. 22	7. 18	4. 18	15. 24	22. 18	22. 47	16. 16
5	5. 59	6. 8	16. 17	22. 35	22. 52	17. 5	6. 55	4. 41	15. 42	22. 26	22. 40	15. 58
6	5. 36	6. 30	16. 34	22. 42	22. 46	16. 49	6. 33	5. 4	16. 1	22. 34	22. 33	15. 39
7	5. 13	6. 53	16. 51	22. 48	22. 40	16. 33	6. 11	5. 27	16. 19	22. 41	22. 26	15. 21
8	4. 49	7. 15	17. 7	22. 53	22. 34	16. 16	5. 48	5. 50	16. 36	22. 47	22. 18	15. 2
9	4. 26	7. 38	17. 23	22. 59	22. 27	11. 59	5. 25	6. 13	16. 54	22. 53	22. 10	14. 43
10	4. 2	8. 0	17. 39	23. 3	22. 19	15. 41	5. 3	6. 36	17. 11	22. 59	22. 1	14. 23
11	3. 39	8. 22	17. 55	23. 8	22. 12	15. 23	4. 40	6. 59	17. 28	23. 4	21. 52	14. 4
12	3. 15	8. 44	18. 10	23. 12	22. 4	15. 6	4. 17	7. 22	17. 44	23. 9	21. 42	13. 44
13	2. 52	9. 6	18. 25	23. 16	21. 55	14. 47	3. 54	7. 44	18. 0	23. 13	21. 32	13. 24
14	2. 28	9. 27	18. 40	23. 19	21. 46	14. 29	3. 21	8. 7	18. 16	23. 17	21. 22	13. 3
15	2. 4	9. 49	18. 54	23. 22	21. 37	14. 10	3. 7	8. 29	18. 32	23. 20	21. 11	12. 43
16	1. 41	10. 10	19. 8	23. 24	21. 28	13. 52	2. 44	8. 52	18. 47	23. 23	21. 0	12. 22
17	1. 17	10. 31	19. 22	23. 26	21. 18	13. 33	2. 21	9. 14	19. 2	23. 25	20. 48	12. 1
18	0. 53	10. 52	19. 35	23. 28	21. 8	13. 13	1. 58	9. 36	19. 17	23. 27	20. 36	11. 40
19	0. 39	11. 13	19. 48	23. 29	20. 57	12. 54	1. 34	9. 58	19. 31	23. 29	20. 23	11. 19
20	0. 6 Nord.	11. 34	20. 1	23. 30	20. 46	12. 34	1. 11	10. 20	19. 45	23. 29	20. 11	10. 57
21	0. 18	11. 54	20. 13	23. 30	20. 35	12. 14	0. 47	10. 41	19. 58	23. 30	19. 57	10. 35
22	0. 42	12. 14	20. 15	23. 30	20. 23	11. 54	0. 24	11. 3	20. 11	23. 30	19. 44	10. 14
23	1. 5	12. 34	20. 37	23. 29	20. 11	11. 34	0. 1 Sud.	11. 24	20. 24	23. 29	19. 30	9. 52
24	1. 29	12. 54	20. 48	23. 29	19. 59	11. 13	0. 23	11. 45	20. 37	23. 29	19. 15	9. 30
25	1. 52	13. 14	20. 59	23. 27	19. 46	10. 53	0. 47	12. 6	20. 49	23. 27	19. 1	9. 7
26	2. 16	13. 33	21. 10	23. 26	19. 33	10. 32	1. 10	12. 27	21. 0	23. 25	18. 46	8. 45
27	2. 39	13. 52	21. 20	23. 23	19. 19	10. 11	1. 34	12. 47	21. 11	23. 23	18. 30	8. 22
28	3. 3	14. 11	21. 30	23. 21	19. 6	9. 50	1. 57	13. 8	21. 25	23. 20	18. 15	8. 0
29	3. 26	14. 30	21. 39	23. 18	18. 52	9. 29	2. 20	13. 28	21. 33	23. 17	17. 59	7. 37
30	3. 50	14. 49	21. 48	23. 15	18. 38	9. 7	2. 44	13. 48	21. 43	23. 13	17. 42	
31	4. 13		21. 57		18. 23	8. 46		14. 7		23. 9	17. 26	

DECLINATIONVM SOLIS.

TABVLA SEXTA.

dies mẽsiũ.	Martii Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii. Nord. Grad.	Junii. Nord. Grad.	Julii. Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janv. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 37	4. 30	15. 2	22. 4	23. 12	18. 12	8. 29	3. 4	14. 22	21. 50	23. 5	17. 13
2	7. 14	4. 53	15. 21	22. 12	23. 8	17. 57	8. 7	3. 25	14. 42	22. 59	23. 0	16. 56
4	6. 51	5. 16	15. 38	22. 19	23. 3	17. 42	7. 45	3. 49	15. 0	22. 8	22. 54	16. 38
3	6. 28	5. 39	15. 56	22. 27	22. 59	17. 25	7. 23	4. 12	15. 19	22. 16	22. 49	26. 20
5	6. 5	6. 2	16. 13	22. 34	22. 53	17. 9	7. 1	4. 35	15. 38	22. 24	22. 42	16. 2
6	5. 42	6. 25	16. 30	22. 40	22. 48	16. 53	6. 39	4. 58	15. 56	22. 32	22. 35	15. 44
7	5. 18	6. 47	16. 47	22. 46	22. 42	16. 37	6. 16	5. 22	16. 14	22. 39	22. 28	15. 25
8	4. 55	7. 10	17. 3	22. 52	22. 35	16. 20	5. 54	5. 45	16. 32	22. 46	22. 20	15. 6
9	4. 32	7. 32	17. 20	22. 57	22. 28	16. 3	5. 31	6. 8	16. 49	22. 52	22. 12	14. 47
10	4. 8	7. 55	17. 35	23. 2	22. 21	15. 45	5. 8	6. 31	17. 7	22. 57	22. 3	14. 28
11	3. 45	8. 17	17. 51	23. 7	22. 14	15. 28	4. 45	6. 53	17. 24	23. 3	21. 54	14. 8
12	3. 21	8. 39	18. 6	23. 11	22. 6	15. 10	4. 22	7. 16	17. 40	23. 8	11. 45	13. 48
13	2. 57	9. 0	18. 21	23. 15	21. 57	14. 52	3. 59	7. 39	17. 56	23. 12	21. 35	13. 28
14	2. 34	9. 22	18. 36	23. 18	21. 49	14. 34	3. 36	8. 1	18. 12	23. 16	21. 24	13. 8
15	2. 10	9. 44	18. 50	23. 21	21. 40	14. 15	3. 13	8. 24	18. 28	23. 19	21. 14	11. 48
16	1. 46	10. 5	19. 5	23. 24	21. 30	13. 56	2. 50	8. 46	18. 43	23. 22	21. 2	12. 27
17	1. 23	10. 26	19. 18	23. 26	21. 20	13. 37	2. 27	9. 8	18. 58	23. 25	20. 51	12. 6
18	0. 59	10. 47	19. 32	23. 27	21. 10	13. 18	2. 3	9. 31	19. 13	23. 27	20. 39	11. 45
19	0. 35	11. 8	19. 45	23. 29	20. 59	12. 59	1. 40	9. 52	19. 27	23. 28	20. 26	11. 24
20	0. 12	11. 29	19. 58	23. 29	20. 49	12. 39	1. 17	10. 14	19. 41	23. 29	20. 14	11. 2
	Nord.											
21	0. 12	11. 49	20. 10	23. 30	20. 37	12. 19	0. 53	10. 36	19. 55	23. 30	20. 1	10. 41
22	0. 36	12. 9	20. 22	23. 30	20. 26	11. 59	0. 30	10. 57	20. 8	23. 30	19. 47	10. 19
23	0. 59	12. 30	20. 34	23. 30	20. 14	11. 39	0. 6	11. 19	20. 21	23. 30	19. 3	9. 57
							Sud.					
24	1. 23	12. 49	20. 45	23. 29	20. 2	11. 18	0. 17	11. 40	20. 34	23. 29	19. 19	9. 35
25	1. 47	13. 9	20. 56	23. 28	19. 49	10. 58	0. 41	12. 1	20. 46	23. 27	19. 4	9. 13
26	2. 10	13. 29	21. 7	23. 26	19. 36	10. 37	1. 4	12. 22	20. 57	23. 26	18. 49	8. 50
27	2. 34	13. 48	21. 17	23. 24	19. 23	10. 16	1. 28	12. 42	21. 9	23. 23	18. 34	8. 28
28	2. 57	14. 7	21. 27	23. 22	19. 9	9. 55	1. 51	13. 3	21. 20	23. 21	18. 18	8. 5
29	3. 21	14. 26	21. 37	23. 19	18. 55	9. 34	2. 15	13. 23	21. 30	23. 18	18. 3	7. 42
30	3. 44	14. 44	21. 46	23. 16	18. 41	9. 12	2. 38	13. 43	21. 40	23. 14	17. 46	
31	4. 7		21. 55		18. 26	8. 51		14. 3		23. 10	17. 30	

Digitized by Google

DECLINATIONVM SOLIS.

TABVLA SEPTIMA.

dies mẽsiũ.	Martii Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii. Nord. Grad.	Junii. Nord. Grad.	Julii. Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janv. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 42	5. 25	14. 58	22. 1	23. 13	18. 15	8. 34	2. 56	14. 17	21. 48	23. 6	17. 17
2	7. 20	4. 48	15. 16	22. 10	23. 9	18. 0	8. 12	3. 19	14. 37	22. 57	23. 1	17. 0
3	6. 57	5. 11	15. 34	22. 17	23. 5	17. 45	7. 51	3. 43	14. 56	22. 6	22. 56	16. 43
4	6. 34	5. 34	15. 52	22. 25	23. 0	17. 29	7. 28	4. 6	15. 15	22. 14	22. 50	16. 25
5	6. 11	5. 57	16. 9	22. 32	22. 55	17. 13	7. 6	4. 30	15. 33	22. 22	22. 44	16. 7
6	5. 47	6. 19	16. 26	22. 39	22. 49	16. 57	6. 44	4. 53	16. 52	22. 30	22. 37	15. 49
7	5. 24	6. 42	16. 43	22. 45	22. 43	16. 41	6. 22	5. 16	16. 10	22. 37	22. 30	15. 31
8	5. 1	7. 5	16. 59	22. 51	22. 37	16. 24	5. 59	5. 39	16. 28	22. 44	22. 22	15. 12
9	4. 37	7. 27	17. 16	22. 56	22. 30	16. 7	5. 36	6. 2	16. 45	22. 50	22. 14	14. 53
10	4. 14	7. 49	17. 32	23. 1	22. 23	15. 50	5. 14	6. 25	17. 3	22. 55	22. 6	14. 34
11	3. 50	8. 11	17. 47	23. 6	22. 16	15. 32	4. 51	6. 48	17. 19	23. 2	21. 57	14. 14
12	3. 27	8. 33	18. 3	23. 10	22. 8	15. 14	4. 28	7. 11	17. 36	23. 6	21. 47	13. 54
13	3. 3	8. 55	18. 18	23. 14	21. 59	14. 56	4. 5	7. 33	17. 53	23. 11	21. 37	13. 34
14	2. 40	9. 17	18. 33	23. 17	21. 51	14. 38	3. 42	7. 56	18. 9	23. 15	21. 27	13. 14
15	2. 16	9. 38	18. 47	23. 20	21. 42	14. 20	3. 19	8. 18	18. 24	23. 18	21. 16	12. 54
16	1. 52	10. 0	19. 1	23. 23	21. 32	14. 1	2. 55	8. 41	18. 40	33. 22	21. 5	12. 33
17	1. 28	10. 21	19. 15	23. 25	21. 23	13. 42	2. 32	9. 3	18. 55	23. 24	20. 54	12. 12
18	1. 5	10. 42	19. 29	23. 27	21. 13	13. 23	2. 9	9. 25	19. 10	23. 26	20. 42	11. 51
19	0. 41	11. 3	19. 42	23. 28	21. 2	13. 3	1. 46	9. 47	19. 24	23. 28	20. 30	11. 30
20	0. 17	11. 24	19. 55	23. 29	20. 51	12. 44	1. 22	10. 9	19. 38	23. 29	20. 17	11. 9
	Nord.											
21	0. 6	11. 44	20. 7	23. 30	20. 40	12. 24	0. 59	10. 31	19. 52	23. 30	20. 4	10. 47
22	0. 30	12. 5	20. 19	23. 30	20. 29	12. 4	0. 35	10. 52	20. 5	23. 30	19. 51	10. 25
23	0. 54	12. 25	20. 31	23. 30	20. 17	11. 44	0. 12	11. 14	20. 18	23. 30	19. 37	10. 3
24	1. 17	12. 45	20. 43	23. 29	20. 5	11. 23	0. 12	11. 35	20. 31	23. 29	19. 23	9. 41
25	1. 41	13. 4	20. 54	23. 28	19. 52	11. 3	0. 35	11. 56	20. 43	23. 28	19. 8	9. 19
							Sud.					
26	2. 5	13. 24	21. 5	23. 26	19. 39	10. 42	0. 59	12. 17	20. 55	23. 26	18. 53	8. 56
27	2. 28	13. 43	21. 15	23. 25	19. 26	10. 21	1. 22	12. 37	21. 6	23. 24	18. 38	8. 34
28	3. 52	14. 2	21. 25	23. 22	19. 12	10. 0	1. 46	12. 58	21. 17	23. 21	18. 22	8. 11
29	3. 15	14. 21	21. 35	23. 20	18. 59	9. 39	2. 9	13. 18	21. 28	23. 18	18. 7	7. 48
30	3. 38	14. 40	21. 44	23. 16	18. 44	9. 18	2. 32	13. 38	21. 38	23. 15	17. 50	
31	4. 2		21. 53		18. 30	8. 56		13. 58		23. 11	17. 34	

DECLINATIONVM SOLIS.

TABVLA OCTAVA.

dies mẽsiũ.	Martii Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii. Nord. Grad.	Junii. Nord. Grad.	Julii. Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janv. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 3	5. 5	15. 29	22. 15	23. 6	17. 49	7. 5	3. 37	14. 51	22. 3	22. 57	16. 46
2	7. 40	5. 28	15. 47	22. 23	23. 1	17. 34	7. 35	4. 0	15. 10	22. 12	22. 52	16. 29
4	6. 17	5. 51	15. 4	22. 30	22. 56	17. 18	7. 13	4. 23	15. 29	22. 22	22. 45	16. 12
3	5. 54	6. 13	16. 21	22. 37	22. 51	17. 2	6. 51	4. 47	15. 47	22. 28	22. 39	15. 53
5	5. 31	6. 36	16. 38	22. 43	22. 45	16. 45	6. 28	5. 10	16. 5	22. 35	22. 32	15. 35
6	5. 7	6. 58	16. 55	22. 49	22. 39	16. 29	6. 6	5. 33	16. 23	22. 42	22. 24	15. 16
7	4. 44	7. 21	17. 11	22. 55	22. 32	16. 12	5. 43	5. 56	16. 41	22. 49	22. 16	14. 57
8	4. 20	7. 43	17. 27	23. 0	22. 25	15. 54	5. 20	6. 19	16. 58	22. 55	22. 8	14. 38
9	3. 57	8. 5	17. 43	23. 5	22. 18	15. 35	4. 57	6. 42	17. 15	23. 0	21. 59	14. 18
10	3. 33	8. 27	17. 59	23. 9	22. 10	16. 19	3. 34	7. 5	17. 32	23. 5	31. 50	13. 59
11	3. 10	8. 49	18. 14	23. 13	22. 2	15. 1	4. 11	7. 27	17. 48	23. 10	21. 40	13. 39
12	2. 46	9. 11	18. 29	23. 17	21. 53	14. 43	3. 48	7. 50	18. 4	23. 14	21. 30	13. 19
13	2. 23	9. 32	18. 43	23. 20	21. 44	14. 25	3. 25	8. 12	18. 20	23. 18	21. 19	12. 58
14	1. 59	9. 54	18. 57	23. 22	21. 35	14. 6	3. 2	8. 35	18. 36	23. 21	31. 8	12. 38
15	1. 35	10. 15	19. 11	23. 24	21. 25	13. 47	2. 39	8. 57	18. 51	23. 24	20. 57	12. 17
16	1. 11	10. 36	19. 25	23. 26	21. 15	13. 28	2. 15	9. 19	19. 6	23. 26	20. 45	11. 56
17	0. 47	10. 57	19. 38	23. 28	21. 5	13. 9	1. 52	9. 41	19. 20	23. 28	20. 33	11. 35
18	0. 24	11. 18	19. 51	23. 29	20. 54	12. 49	1. 29	10. 3	19. 34	23. 29	20. 20	11. 13
19	0. 0	11. 39	20. 3	23. 30	20. 43	12. 29	1. 5	10. 25	19. 48	23. 30	20. 7	10. 52
	Nord.											
20	0. 24	11. 59	20. 16	23. 30	20. 32	12. 9	0. 42	10. 46	20. 1	23. 30	19. 54	10. 30
21	0. 47	12. 19	20. 28	23. 30	20. 20	11. 49	0. 18	11. 8	20. 14	23. 30	29. 40	10. 8
22	1. 11	12. 39	20. 39	23. 20	20. 8	11. 29	0. 5	11. 29	20. 27	23. 30	19. 26	9. 46
							Sud.					
23	1. 34	12. 59	20. 51	23. 28	19. 56	11. 8	0. 29	11. 50	20. 39	23. 29	19. 12	9. 24
24	1. 58	13. 19	21. 1	23. 27	19. 43	10. 47	0. 52	12. 11	20. 51	23. 27	18. 57	9. 2
25	2. 21	13. 38	21. 12	23. 25	19. 30	10. 46	1. 16	12. 31	20. 3	23. 25	18. 42	8. 39
26	2. 45	13. 57	21. 22	23. 23	19. 16	10. 5	1. 39	12. 52	21. 14	23. 23	18. 27	8. 17
27	3. 8	14. 16	21. 22	23. 20	19. 3	9. 44	2. 3	13. 12	21. 25	23. 20	18. 11	7. 54
28	3. 32	14. 35	21. 41	23. 17	18. 49	9. 23	2. 27	13. 32	21. 35	23. 17	17. 55	7. 31
29	3. 55	14. 53	21. 50	23. 14	18. 34	9. 2	1. 50	13. 52	21. 45	23. 13	17. 38	7. 9
30	4. 19	15. 11	21. 59	23. 10	18. 19	8. 40	3. 13	14. 12	21. 54	23. 8	17. 22	
31	4. 42		22. 7		18. 5	8. 19		14. 31		23. 3	17. 4	

TABVLÆ

Digitized by Google

TABULÆ AMPLITUDINUM Ortivarum.

ELEVATIO POLI.

GRADUS DECLINATIONIS.

Elevat. Poli.	1. G. M.	2 G. M.	3 G. M.	4 G. M.	5 G. M.	6 G. M.	7 G. M.	8 G. M.	9. G. M.
2	1. 0	1. 0	1. 0	1. 0	1. 0	1. 0	1. 0	1. 0	1. 0
2	2. 0	2. 0	2. 0	2. 0	2. 0	2. 0	2. 1	2. 1	2. 1
3	3. 0	3. 0	3. 0	3. 0	3. 0	3. 1	3. 1	3. 1	3. 1
4	4. 0	4. 0	4. 0	4. 1	4. 1	4. 2	4. 2	4. 4	4. 5
5	5. 0	5. 0	5. 0	5. 1	5. 1	5. 2	5. 2	5. 5	1. 5
6	6. 0	6. 0	6. 0	6. 1	6. 2	6. 3	6. 3	6. 5	6. 5
7	7. 0	7. 0	7. 0	7. 1	7. 2	7. 3	7. 3	7. 5	7. 5
8	8. 0	8. 0	8. 0	8. 1	8. 2	8. 3	8. 4	8. 5	8. 6
9	9. 0	9. 0	9. 0	9. 1	9. 2	9. 3	9. 4	9. 5	9. 6
10	10. 9	10. 0	10. 0	10. 1	10. 2	10. 3	10. 4	10. 6	10. 7
11	11. 0	11. 0	11. 0	11. 1	11. 2	11. 3	11. 4	11. 6	11. 7
12	12. 0	12. 0	12. 0	12. 1	12. 2	12. 4	12. 5	12. 7	12. 9
13	13. 0	13. 0	13. 0	13. 1	13. 3	13. 5	13. 5	13. 7	13. 9
14	14. 0	14. 0	14. 1	14. 2	14. 3	14. 5	14. 7	14. 9	14. 11
15	15. 0	15. 0	15. 1	15. 2	15. 3	15. 5	15. 7	15. 9	15. 11
16	16. 0	16. 1	16. 2	16. 3	16. 4	16. 6	16. 9	16. 10	16. 12
17	17. 0	17. 1	17. 2	17. 3	17. 4	17. 6	17. 8	17. 10	17. 13
18	18. 0	18. 1	18. 2	18. 3	18. 4	18. 6	18. 8	18. 11	18. 14
19	19. 0	19. 1	19. 2	19. 3	19. 4	19. 6	19. 9	19. 12	19. 15
20	20. 0	20. 1	20. 2	20. 3	20. 4	20. 7	20. 9	20. 12	20. 15
21	21. 0	21. 1	21. 2	21. 3	21. 5	21. 7	21. 10	21. 13	21. 16
22	22. 0	22. 1	22. 2	22. 4	22. 5	22. 8	22. 10	22. 13	22. 17
23	23. 0	23. 1	23. 2	23. 4	23. 6	23. 9	23. 10	23. 15	23. 18
24	24. 0	24. 2	24. 3	24. 5	24. 6	24. 9	24. 13	24. 16	24. 20
25	25. 0	25. 2	25. 4	25. 5	25. 6	25. 10	25. 14	25. 17	25. 21
26	26. 1	26. 2	26. 5	26. 6	26. 7	26. 11	26. 15	26. 18	26. 22
27	27. 1	27. 3	27. 5	27. 6	27. 7	27. 11	27. 15	27. 19	27. 19
28	28. 1	28. 3	28. 5	28. 6	28. 7	28. 11	28. 16	28. 20	28. 24
29	29. 1	29. 3	29. 5	29. 6	29. 7	29. 12	29. 19	29. 20	29. 24
30	30. 1	30. 3	30. 5	30. 6	30. 8	30. 12	30. 17	30. 21	30. 25
31	31. 1	31. 3	31. 5	31. 7	31. 8	31. 12	31. 17	31. 22	31. 27
32	32. 1	32. 3	32. 5	32. 7	32. 8	32. 13	32. 18	32. 23	32. 28

Digitized by Google

TABULÆ AMPLITUDINUM Ortivarum.

ELEVATIO POLI.

Elevat. Poli.	10. G. M.	11. G. M.	12. G. M.	13. G. M.	14. G. M.	15. G. M.	16. G. M.	17. G. M.	18. G. M.	19. G. M.
1	1. 1	1. 1	1. 1	1. 1	1. 1	1. 1	1. 2	1. 2	1. 3	1. 3
2	2. 2	2. 2	2. 2	2. 2	2. 2	2. 3	2. 4	2. 4	2. 5	2. 6
3	3. 2	3. 4	3. 3	3. 4	3. 4	3. 5	3. 5	3. 7	3. 8	3. 9
4	4. 3	4. 6	4. 7	4. 8	4. 9	4. 10	4. 11	4. 13	4. 14	4. 15
5	5. 4	5. 6	5. 7	5. 8	5. 10	5. 11	5. 12	5. 14	5. 16	5. 17
6	6. 5	6. 7	6. 9	6. 11	6. 13	6. 15	6. 14	6. 17	6. 19	6. 21
7	7. 6	7. 7	7. 9	7. 11	7. 13	7. 15	7. 16	7. 18	7. 21	7. 24
8	8. 7	8. 8	8. 9	8. 11	8. 13	8. 15	8. 17	8. 20	8. 24	8. 27
9	9. 7	9. 8	9. 9	9. 12	9. 14	9. 17	9. 20	9. 23	9. 26	9. 30
10	10. 8	10. 10	10. 12	10. 15	10. 18	10. 21	10. 24	10. 27	10. 31	10. 35
11	11. 9	11. 11	11. 13	11. 15	11. 17	11. 23	11. 27	11. 27	11. 31	11. 38
12	12. 11	12. 13	12. 16	12. 19	12. 22	12. 26	12. 30	12. 34	12. 38	12. 42
13	13. 12	13. 15	13. 18	13. 20	13. 26	13. 28	13. 32	13. 36	13. 41	13. 46
14	14. 13	14. 16	14. 19	14. 22	14. 26	14. 30	14. 35	14. 40	14. 45	14. 50
15	15. 14	15. 17	15. 20	15. 24	15. 28	15. 32	15. 37	15. 42	15. 48	15. 54
16	16. 15	16. 18	16. 22	16. 26	16. 30	16. 34	16. 40	16. 45	16. 52	16. 58
17	17. 16	17. 20	17. 24	17. 28	17. 32	17. 37	17. 42	17. 48	17. 54	18. 0
18	18. 17	18. 21	18. 25	18. 30	18. 35	18. 40	18. 46	18. 52	18. 58	19. 5
19	19. 18	19. 22	19. 27	19. 32	19. 37	19. 42	19. 47	19. 55	20. 0	20. 8
20	20. 19	20. 23	20. 28	20. 33	20. 38	20. 42	20. 50	20. 57	21. 4	21. 12
21	21. 20	21. 24	21. 29	21. 34	21. 40	21. 46	21. 54	22. 2	22. 10	22. 19
22	22. 21	22. 26	22. 31	22. 36	22. 42	22. 49	22. 56	83. 3	23. 11	23. 20
23	23. 22	23. 26	23. 33	23. 37	23. 44	23. 53	23. 58	24. 6	24. 13	24. 24
24	24. 24	24. 30	24. 36	24. 42	24. 48	24. 54	25. 3	25. 11	25. 22	25. 31
25	25. 25	25. 31	25. 37	25. 44	25. 50	25. 57	26. 6	26. 14	26. 24	26. 33
26	26. 26	26. 32	26. 39	26. 46	26. 53	27. 0	27. 9	27. 18	27. 28	27. 38
27	27. 27	27. 33	27. 40	27. 48	27. 55	28. 3	28. 12	28. 23	28. 33	28. 43
28	28. 28	28. 35	28. 42	28. 50	28. 57	29. 6	29. 15	29. 26	29. 34	29. 44
29	29. 29	29. 37	29. 45	29. 53	30. 0	30. 8	30. 18	30. 29	30. 39	30. 51
30	30. 31	30. 39	30. 47	30. 55	31. 3	31. 11	31. 22	31. 37	31. 45	31. 56
31	31. 32	31. 40	31. 50	31. 59	32. 7	32. 14	32. 25	32. 37	32. 49	33. 1
32	32. 33	32. 41	32. 51	33. 0	33. 8	33. 17	33. 28	33. 41	33. 54	34. 7

GRADUS DECLINATIONIS.

TABVLÆ

Digitized by Google

TABULA AMPLITUDINUM Ortivarum.

ELEVATIO POLI.

GRADUS DECLINATIONIS

Elevat. Poli.	20. G. M.	21. G. M.	22. G. M.	23. G. M.	24. G. M.	25. G. M.	26. G. M.	27. G. M.	28. G. M.	29. G. M.
1	1. 4	1. 4	1. 5	1. 5	1. 6	1. 6	1. 7	1. 7	1. 8	1. 8
2	2. 7	2. 7	2. 8	2. 9	2. 10	2. 11	2. 12	2. 13	2. 15	2. 16
3	3. 10	3. 11	3. 13	3. 14	3. 15	3. 17	3. 19	3. 21	3. 22	3. 24
4	4. 17	4. 19	4. 21	4. 23	4. 25	4. 27	4. 29	4. 31	4. 34	4. 36
5	5. 19	5. 21	5. 23	5. 26	5. 28	5. 31	5. 33	5. 36	5. 39	5. 43
6	6. 24	6. 26	6. 29	6. 32	6. 35	6. 38	6. 41	6. 45	6. 48	6. 52
7	7. 26	7. 29	7. 32	7. 36	7. 40	7. 44	7. 48	7. 52	7. 56	8. 0
8	8. 31	8. 34	8. 38	8. 42	8. 46	8. 50	8. 55	9. 0	9. 5	9. 10
9	9. 35	9. 39	9. 43	9. 47	9. 51	9. 56	10. 1	10. 6	10. 12	10. 18
10	10. 38	10. 43	10. 48	10. 53	10. 58	11. 3	11. 9	11. 15	11. 21	11. 27
11	11. 39	11. 43	11. 48	11. 53	12. 0	12. 8	12. 16	12. 23	12. 30	12. 37
12	12. 47	12. 52	12. 57	13. 3	13. 9	13. 16	13. 23	13. 30	13. 37	13. 44
13	13. 51	13. 57	14. 3	14. 9	14. 15	14. 22	14. 29	14. 33	14. 45	14. 53
14	14. 55	15. 1	14. 8	15. 15	15. 22	15. 29	15. 37	15. 46	15. 55	16. 4
15	16. 0	16. 7	16. 14	16. 21	16. 28	16. 35	16. 44	16. 53	17. 3	17. 13
16	17. 3	17. 10	17. 17	17. 25	17. 33	17. 42	17. 51	18. 0	18. 10	18. 21
17	18. 7	18. 15	18. 21	18. 31	18. 40	18. 49	18. 59	19. 10	19. 21	19. 32
18	19. 12	19. 20	19. 29	19. 38	19. 47	19. 56	20. 7	20. 18	20. 29	20. 41
19	20. 16	20. 24	20. 33	20. 43	20. 53	21. 3	21. 14	21. 26	21. 38	21. 51
20	21. 21	21. 30	21. 39	21. 49	21. 59	22. 10	22. 22	22. 34	22. 47	23. 1
21	22. 28	22. 37	22. 46	22. 56	23. 6	23. 17	23. 28	23. 41	23. 55	24. 10
22	30. 30	23. 40	23. 50	24. 1	24. 13	24. 25	24. 38	24. 52	25. 7	25. 22
23	24. 34	24. 46	24. 56	25. 8	25. 21	25. 35	25. 49	26. 3	26. 18	26. 33
24	25. 38	25. 50	26. 1	26. 13	26. 27	26. 40	26. 56	27. 12	27. 28	27. 44
25	26. 43	26. 55	27. 7	27. 19	27. 34	27. 27	28. 4	28. 21	28. 39	28. 57
26	27. 48	28. 0	28. 14	28. 26	28. 43	28. 55	29. 15	29. 33	29. 50	30. 7
27	28. 53	29. 6	29. 20	29. 32	29. 50	30. 4	30. 22	30. 41	31. 0	31. 18
28	29. 58	30. 12	30. 27	30. 40	30. 57	31. 12	31. 31	31. 50	32. 21	32. 29
29	31. 3	31. 18	31. 34	31. 48	32. 4	32. 20	32. 40	33. 1	33. 24	33. 42
30	32. 8	32. 24	32. 40	32. 56	33. 12	33. 29	33. 49	34. 10	34. 22	34. 44
31	33. 14	33. 30	33. 46	34. 3	34. 20	34. 38	35. 0	35. 22	35. 45	36. 7
32	34. 20	34. 36	34. 52	35. 11	35. 28	35. 40	36. 4	36. 28	36. 53	37. 18

Digitized by Google

TABULA AMPLITUDINUM Ortivarum.

ELEVATIO POLI.

GRADUS DECLINATIONIS.

Elevat. Poli.	30. G. M.	31. G. M.	32. G. M.	33. G. M.	34. G. M.	35. G. M.	36. G. M.	37. G. M.	38. G. M.	39. G. M.
1.	1. 9	1. 10	1. 11	1. 12	1. 12	1. 13	1. 14	1. 15	1. 16	1. 17
2.	2. 17	2. 19	2. 21	2. 23	2. 25	2. 26	2. 28	2. 30	2. 32	2. 34
3.	3. 26	3. 29	3. 31	3. 34	3. 37	3. 40	3. 43	3. 45	3. 48	3. 51
4.	4. 39	4. 41	4. 44	4. 48	4. 52	4. 55	4. 57	5. 0	5. 4	5. 8
5.	5. 46	5. 50	5. 54	5. 58	6. 2	6. 6	6. 11	6. 16	6. 21	6. 26
6.	6. 57	7. 1	7. 6	7. 11	7. 15	7. 20	7. 25	7. 31	7. 37	7. 44
7.	8. 5	8. 10	8. 15	8. 20	8. 25	8. 32	8. 40	8. 47	8. 54	9. 1
8.	9. 15	9. 21	9. 27	9. 33	9. 40	9. 47	9. 54	10. 2	10. 10	10. 19
9.	10. 24	10. 31	10. 38	10. 45	10. 53	11. 1	11. 9	11. 18	11. 27	11. 37
10.	11. 34	11. 42	11. 50	11. 58	12. 6	12. 17	12. 24	12. 33	12. 43	12. 54
11.	12. 44	12. 51	12. 59	13. 8	13. 17	13. 27	13. 38	13. 49	14. 1	14. 13
12.	13. 53	14. 2	14. 12	14. 22	14. 32	14. 42	14. 53	15. 5	15. 81	15. 31
13.	15. 2	15. 11	15. 22	15. 33	15. 44	15. 56	16. 4	16. 22	16. 35	16. 49
14.	16. 13	16. 24	16. 35	16. 46	16. 58	17. 11	17. 24	17. 38	17. 53	18. 8
15.	17. 23	17. 34	17. 46	17. 59	18. 11	18. 25	18. 40	18. 55	19. 10	19. 27
16.	18. 33	18. 45	18. 58	19. 11	19. 25	19. 40	19. 55	20. 11	20. 28	20. 40
17.	19. 44	19. 57	20. 10	20. 24	20. 39	20. 55	21. 11	21. 28	21. 46	22. 0
18.	20. 54	21. 8	21. 22	21. 37	21. 53	22. 10	22. 27	22. 48	22. 5	23. 26
19.	22. 5	22. 19	22. 34	22. 50	23. 7	23. 25	23. 44	24. 3	24. 24	24. 46
20.	23. 16	23. 31	23. 47	24. 4	24. 22	24. 41	25. 0	25. 21	25. 43	26. 6
21.	24. 25	24. 41	25. 1	25. 19	25. 37	25. 57	26. 18	26. 39	27. 3	27. 27
22.	25. 38	25. 55	26. 13	26. 32	26. 52	27. 13	27. 35	27. 58	28. 23	28. 49
23.	26. 49	27. 7	27. 26	27. 46	28. 7	28. 29	28. 53	29. 17	29. 43	30. 11
24.	28. 1	28. 20	28. 39	29. 1	29. 23	29. 46	30. 11	30. 37	31. 6	31. 35
25.	29. 13	29. 32	29. 54	30. 16	30. 39	31. 4	31. 30	31. 57	32. 27	32. 58
26.	30. 25	30. 46	31. 8	31. 31	31. 55	32. 21	32. 48	33. 17	33. 48	34. 21
27.	31. 37	31. 58	32. 22	32. 47	33. 12	33. 39	34. 8	34. 17	34. 57	35. 38
28.	32. 50	33. 13	33. 37	34. 3	34. 30	34. 58	35. 28	36. 0	36. 33	37. 6
29.	34. 3	34. 27	34. 52	35. 19	35. 47	36. 18	36. 49	37. 23	38. 1	38. 38
30.	35. 16	35. 41	36. 8	36. 36	37. 5	37. 38	38. 10	38. 46	39. 26	40. 5
31.	36. 30	36. 56	37. 24	37. 53	38. 24	38. 57	39. 32	40. 9	40. 53	41. 37
32.	37. 43	38. 11	38. 40	39. 12	39. 44	40. 19	40. 55	41. 34	42. 18	43. 2

TABVLA

Digitized by Google

TABULA AMPLITUDINUM Ortivarum.

ELEVATIO POLI.

GRADUS DECLINATIONIS.

Elevat. Poli.	40. G. M.	41. G. M.	42. G. M.	43. G. M.	44. G. M.	45. G. M.	46. G. M.	47. G. M.	48. G. M.	49. G. M.
1.	1. 18	1. 19	1. 20	1. 21	1. 23	1. 25	1. 26	1. 27	1. 29	1. 31
2.	2. 37	2. 39	2. 42	2. 44	2. 47	2. 50	2. 53	2. 56	2. 59	3. 3
3.	3. 55	3. 58	4. 2	4. 6	4. 10	4. 15	4. 19	4. 24	4. 29	4. 34
4.	5. 13	5. 17	5. 22	5. 28	5. 34	5. 40	5. 46	5. 52	5. 59	6. 6
5.	6. 32	6. 38	6. 44	6. 51	6. 58	7. 5	7. 12	7. 20	7. 29	7. 38
6.	7. 51	7. 58	8. 6	8. 13	8. 21	8. 30	8. 39	8. 49	8. 59	9. 9
7.	9. 9	9. 17	9. 26	9. 35	9. 45	9. 55	10. 6	10. 18	10. 30	10. 43
8.	10. 28	10. 37	10. 47	10. 58	10. 9	10. 21	11. 33	11. 46	12. 0	12. 15
9.	11. 47	11. 57	12. 9	12. 21	12. 33	12. 47	13. 1	13. 16	13. 31	13. 47
10.	12. 6	12. 18	13. 31	12. 44	12. 58	12. 13	14. 28	14. 44	15. 2	15. 21
11.	14. 26	14. 39	14. 52	15. 7	15. 22	15. 39	15. 57	16. 15	16. 34	16. 54
12.	15. 45	16. 0	16. 15	16. 31	16. 48	17. 6	16. 23	17. 45	18. 6	18. 28
13.	17. 5	17. 20	17. 37	17. 55	18. 14	18. 33	17. 22	19. 35	19. 49	17. 5
14.	18. 25	18. 42	19. 0	19. 19	19. 39	19. 0	20. 23	20. 4	21. 12	21. 28
15.	19. 45	19. 3	19. 23	19. 44	19. 5	19. 82	21. 53	22. 19	22. 45	23. 14
16.	21. 5	21. 25	21. 46	22. 8	22. 32	22. 56	23. 23	23. 50	24. 20	24. 51
17.	22. 20	22. 47	23. 10	23. 34	23. 59	24. 25	24. 53	25. 22	25. 54	26. 27
18.	23. 48	24. 10	24. 34	25. 0	25. 26	25. 54	26. 25	26. 50	27. 30	28. 6
19.	25. 9	25. 33	25. 59	26. 26	26. 54	27. 24	27. 57	28. 30	29. 6	29. 45
20.	26. 31	26. 57	27. 24	27. 53	28. 23	28. 56	30. 8	30. 44	31. 25	32. 9
21.	27. 53	28. 20	28. 49	29. 20	29. 54	30. 27	31. 3	31. 41	32. 23	33. 6
22.	29. 17	29. 45	30. 16	30. 49	31. 24	31. 59	32. 38	33. 19	34. 5	34. 49
23.	30. 40	31. 10	31. 43	32. 17	32. 54	33. 32	34. 13	34. 57	35. 44	36. 33
24.	32. 4	32. 40	33. 16	33. 53	34. 30	35. 7	35. 56	36. 45	37. 35	38. 25
25.	33. 29	34. 6	34. 43	33. 23	36. 3	36. 42	37. 34	38. 27	39. 20	40. 13
26.	34. 54	35. 35	36. 16	36. 57	37. 38	38. 19	39. 13	40. 7	41. 2	41. 57
27.	36. 20	37. 3	37. 46	38. 30	39. 13	39. 57	40. 52	41. 57	42. 57	43. 57
28.	37. 48	38. 35	39. 20	40. 6	40. 50	41. 36	42. 39	43. 43	44. 47	45. 51
29.	39. 16	40. 4	40. 52	41. 40	42. 28	43. 17	44. 25	45. 33	46. 41	47. 49
30.	40. 45	41. 36	42. 27	43. 18	44. 9	45. 0	46. 12	44. 24	48. 36	49. 50
31.	42. 14	43. 8	44. 2	44. 56	45. 51	46. 46	48. 4	49. 21	50. 39	51. 57
32.	43. 47	44. 44	45. 41	46. 38	47. 35	48. 33	49. 57	51. 21	52. 45	54. 9

TABULA AMPLITUDINUM Ortivarum.

ELEVATIO POLI.

GRADUS DECLINATIONIS.

Elevat. Poli.	30. G. M.	31. G. M.	32. G. M.	33. G. M.	34. G. M.	35. G. M.	36. G. M.	37. G. M.	38. G. M.	39. G. M.
1.	1. 9	1. 10	1. 11	1. 12	1. 12	1. 13	1. 14	1. 15	1. 16	1. 17
2.	2. 17	2. 19	2. 21	2. 23	2. 25	2. 26	2. 28	2. 30	2. 32	2. 34
3.	3. 26	3. 29	3. 31	3. 34	3. 37	3. 40	3. 43	3. 45	3. 48	3. 51
4.	4. 39	4. 41	4. 44	4. 48	4. 52	4. 55	4. 57	5. 0	5. 4	5. 8
5.	5. 46	5. 50	5. 54	5. 58	6. 2	6. 6	6. 11	6. 16	6. 21	6. 26
6.	6. 57	7. 1	7. 6	7. 11	7. 15	7. 20	7. 25	7. 31	7. 37	7. 44
7.	8. 5	8. 10	8. 15	8. 20	8. 25	8. 32	8. 40	8. 47	8. 54	9. 1
8.	9. 15	9. 21	9. 27	9. 33	9. 40	9. 47	9. 54	10. 2	10. 10	10. 19
9.	10. 24	10. 31	10. 38	10. 45	10. 53	11. 1	11. 9	11. 18	11. 27	11. 37
10.	11. 34	11. 42	11. 50	11. 58	12. 6	12. 17	12. 24	12. 33	12. 43	12. 54
11.	12. 44	12. 51	12. 59	13. 8	13. 17	13. 27	13. 38	13. 49	14. 1	14. 13
12.	13. 53	14. 2	14. 12	14. 22	14. 32	14. 42	14. 53	15. 5	15. 81	15. 31
13.	15. 2	15. 11	15. 22	15. 33	15. 44	15. 56	16. 4	16. 22	16. 35	16. 49
14.	16. 13	16. 24	16. 35	16. 46	16. 58	17. 11	17. 24	17. 38	17. 53	18. 8
15.	17. 23	17. 34	17. 46	17. 59	18. 11	18. 25	18. 40	18. 55	19. 10	19. 27
16.	18. 33	18. 45	18. 58	19. 11	19. 25	19. 40	19. 55	20. 11	20. 28	20. 40
17.	19. 44	19. 57	20. 10	20. 24	20. 39	20. 55	21. 11	21. 28	21. 46	22. 0
18.	20. 54	21. 8	21. 22	21. 37	21. 53	22. 10	22. 27	22. 48	22. 5	23. 26
19.	22. 5	22. 19	22. 34	22. 50	23. 7	23. 25	23. 44	24. 3	24. 24	24. 46
20.	23. 16	23. 31	23. 47	24. 4	24. 22	24. 41	25. 0	25. 21	25. 43	26. 6
21.	24. 25	24. 41	25. 1	25. 19	25. 37	25. 57	26. 18	26. 39	27. 3	27. 27
22.	25. 38	25. 55	26. 13	26. 32	26. 52	27. 13	27. 35	27. 58	28. 23	28. 49
23.	26. 49	27. 7	27. 26	27. 46	28. 7	28. 29	28. 53	29. 17	29. 43	30. 11
24.	28. 1	28. 20	28. 39	29. 1	29. 23	29. 46	30. 11	30. 37	31. 6	31. 35
25.	29. 13	29. 32	29. 54	30. 16	30. 39	31. 4	31. 30	31. 57	32. 27	32. 58
26.	30. 25	30. 46	31. 8	31. 31	31. 55	32. 21	32. 48	33. 17	33. 48	34. 21
27.	31. 37	31. 58	32. 22	32. 47	33. 12	33. 39	34. 8	34. 17	34. 57	35. 38
28.	32. 50	33. 13	33. 37	34. 3	34. 30	34. 58	35. 28	36. 0	36. 33	37. 6
29.	34. 3	34. 27	34. 52	35. 19	35. 47	36. 18	36. 49	37. 23	38. 1	38. 38
30.	35. 16	35. 41	36. 8	36. 36	37. 5	37. 38	38. 10	38. 46	39. 26	40. 5
31.	36. 30	36. 56	37. 24	37. 53	38. 24	38. 57	39. 32	40. 9	40. 53	41. 37
32.	37. 43	38. 11	38. 40	39. 12	39. 44	40. 19	40. 55	41. 34	42. 18	43. 2

TABVLA

TABULA AMPLITUDINUM Ortivarum.

ELEVATIO POLI.

GRADUS DECLINATIONIS

Elevat. Poli.	40. G. M.	41. G. M.	42. G. M.	43. G. M.	44. G. M.	45. G. M.	46. G. M.	47. G. M.	48. G. M.	49. G. M.
1.	1. 18	1. 19	1. 20	1. 21	1. 23	1. 25	1. 26	1. 27	1. 29	1. 31
2.	2. 37	2. 39	2. 42	2. 44	2. 47	2. 50	2. 53	2. 56	2. 59	3. 3
3.	3. 55	3. 58	4. 2	4. 6	4. 10	4. 15	4. 19	4. 24	4. 29	4. 34
4.	5. 13	5. 17	5. 22	5. 28	5. 34	5. 40	5. 46	5. 52	5. 59	6. 6
5.	6. 32	6. 38	6. 44	6. 51	6. 58	7. 5	7. 12	7. 20	7. 29	7. 38
6.	7. 51	7. 58	8. 6	8. 13	8. 21	8. 30	8. 39	8. 49	8. 59	9. 9
7.	9. 9	9. 17	9. 26	9. 35	9. 45	9. 55	10. 6	10. 18	10. 30	10. 43
8.	10. 28	10. 37	10. 47	10. 58	10. 9	10. 21	11. 33	11. 46	12. 0	12. 15
9.	11. 47	11. 57	12. 9	12. 21	12. 33	12. 47	13. 1	13. 16	13. 31	13. 47
10.	12. 6	12. 18	13. 31	12. 44	12. 58	12. 13	14. 28	14. 44	15. 2	15. 21
11.	14. 26	14. 39	14. 52	15. 7	15. 22	15. 39	15. 57	16. 15	16. 34	16. 54
12.	15. 45	16. 0	16. 15	16. 31	16. 48	17. 6	16. 23	17. 45	18. 6	18. 28
13.	17. 5	17. 20	17. 37	17. 55	18. 14	18. 33	17. 22	19. 35	19. 49	17. 5
14.	18. 25	18. 42	19. 0	19. 19	19. 39	19. 0	20. 23	20. 4	21. 12	21. 28
15.	19. 45	19. 3	19. 23	19. 44	19. 5	19. 82	21. 53	22. 19	22. 45	23. 14
16.	21. 5	21. 25	21. 46	22. 8	22. 32	22. 56	23. 23	23. 50	24. 20	24. 51
17.	22. 20	22. 47	23. 10	23. 34	23. 59	24. 25	24. 53	25. 22	25. 54	26. 27
18.	23. 48	24. 10	24. 34	25. 0	25. 26	25. 54	26. 25	26. 50	27. 30	28. 6
19.	25. 9	25. 33	25. 59	26. 26	26. 54	27. 24	27. 57	28. 30	29. 6	29. 45
20.	26. 31	26. 57	27. 24	27. 53	28. 23	28. 56	30. 8	30. 44	31. 25	32. 9
21.	27. 53	28. 20	28. 49	29. 20	29. 54	30. 27	31. 3	31. 41	32. 23	33. 6
22.	29. 17	29. 45	30. 16	30. 49	31. 24	31. 59	32. 38	33. 19	34. 5	34. 49
23.	30. 40	31. 10	31. 43	32. 17	32. 54	33. 32	34. 13	34. 57	35. 44	36. 33
24.	32. 4	32. 40	33. 16	33. 53	34. 30	35. 7	35. 56	36. 45	37. 35	38. 25
25.	33. 29	34. 6	34. 43	33. 23	36. 3	36. 42	37. 34	38. 27	39. 20	40. 13
26.	34. 54	35. 35	36. 16	36. 57	37. 38	38. 19	39. 13	40. 7	41. 2	41. 57
27.	36. 20	37. 3	37. 46	38. 30	39. 13	39. 57	40. 52	41. 57	42. 57	43. 57
28.	37. 48	38. 35	39. 20	40. 6	40. 50	41. 36	42. 39	43. 43	44. 47	45. 51
29.	39. 16	40. 4	40. 52	41. 40	42. 28	43. 17	44. 25	45. 33	46. 41	47. 49
30.	40. 45	41. 36	42. 27	43. 18	44. 9	45. 0	46. 12	44. 24	48. 36	49. 50
31.	42. 14	43. 8	44. 2	44. 56	45. 51	46. 46	48. 4	49. 21	50. 39	51. 57
32.	43. 47	44. 44	45. 41	46. 38	47. 35	48. 33	49. 57	51. 21	52. 45	54. 9

Digitized by Google

TABULA AMPLITUDINUM Ortivarum.

ELEVATIO POLI.

GRADUS DECLINATIONIS.

Elevat. Poli.	50. G.	M.	51. G.	M.	52. G.	M.	53. G.	M.	54. G.	M.	55. G.	M.	56. G.	M.	57. G.	M.	58. G.	M.	59. G.	M.	60. G.	M.
1	1.	33	1.	35	1.	37	1.	39	1.	42	1.	45	1.	47	1.	50	1.	53	1.	56	2.	0
2	3.	7	3.	11	3.	15	3.	19	3.	24	3.	29	3.	35	3.	41	3.	47	3.	53	4.	0
3	4.	40	4.	46	4.	52	4.	59	5.	6	5.	14	5.	22	5.	31	5.	40	5.	50	6.	1
4	6.	14	6.	22	6.	30	6.	39	6.	49	6.	59	7.	10	7.	22	7.	34	7.	47	8.	1
5	7.	48	7.	58	8.	9	8.	20	8.	31	8.	44	8.	57	9.	12	9.	28	9.	45	10.	2
6	9.	21	9.	33	9.	46	10.	0	10.	14	10.	30	10.	46	11.	3	11.	22	11.	42	12.	4
7	10.	56	11.	10	11.	25	11.	41	11.	58	12.	16	12.	35	12.	56	13.	18	13.	41	14.	6
8	12.	31	12.	47	13.	4	13.	22	13.	41	14.	3	14.	24	14.	48	15.	14	15.	40	16.	10
9	14.	5	14.	24	14.	44	15.	4	15.	26	15.	50	16.	15	16.	42	17.	10	17.	40	18.	14
10	15.	40	16.	1	16.	23	16.	46	17.	11	17.	37	18.	6	18.	36	19.	8	19.	42	20.	19
11	17.	19	17.	39	18.	3	18.	29	18.	56	19.	29	19.	56	20.	29	21.	6	21.	46	22.	26
12	18.	52	19.	17	19.	41	20.	11	20.	42	21.	15	21.	50	22.	27	29.	6	23.	48	24.	34
13	17.	20	17.	37	17.	55	18.	14	18.	33	18.	54	19.	16	19.	38	20.	3	20.	29	20.	54
14	22.	6	22.	36	23.	6	23.	42	24.	18	24.	57	25.	38	26.	22	27.	10	28.	20	28.	56
15	23.	45	24.	17	24.	52	25.	28	26.	7	26.	45	27.	35	28.	22	29.	14	30.	11	31.	10
16	25.	24	25.	58	26.	35	27.	15	27.	58	28.	43	29.	32	30.	24	31.	20	32.	21	33.	27
17	27.	3	27.	40	28.	21	29.	4	29.	50	30.	39	31.	32	32.	28	33.	29	34.	36	35.	47
18	28.	42	29.	24	30.	8	30.	54	31.	43	32.	38	33.	33	34.	34	35.	40	36.	52	38.	10
19	30.	20	31.	9	31.	55	32.	44	33.	38	34.	35	35.	36	36.	42	38.	2	39.	12	40.	37
20	32.	55	33.	45	34.	38	35.	35	36.	37	36.	39	37.	43	38.	54	40.	12	41.	36	43.	9
21	33.	53	34.	42	35.	36	36.	32	37.	34	38.	40	39.	51	41.	11	42.	33	44.	5	45.	46
22	35.	39	39.	12	37.	29	38.	30	39.	26	40.	47	42.	5	43.	27	44.	59	46.	40	48.	31
23	37.	26	38.	23	39.	23	40.	29	41.	40	42.	56	43.	45	45.	50	47.	30	49.	20	51.	23
24	39.	15	40.	26	41.	37	42.	49	44.	0	45.	10	47.	1	48.	52	50.	43	52.	34	54.	26
25	41.	6	42.	22	43.	38	44.	55	46.	10	47.	28	49.	30	51.	32	53.	35	55.	38	57.	42
26	42.	52	44.	13	45.	34	46.	56	48.	18	49.	41	51.	59	54.	18	56.	37	58.	56	61.	15
27	44.	57	46.	26	47.	54	49.	23	50.	51	52.	20	54.	55	57.	30	60.	5	62.	40	65.	14
28	46.	55	48.	37	50.	7	51.	43	53.	19	54.	56	57.	55	60.	54	63.	54	66.	33	69.	53
29	48.	58	50.	42	52.	27	54.	12	55.	57	57.	42	61.	20	64.	53	68.	35	72.	13	75.	51
30	51.	4	52.	59	54.	54	56.	49	58.	44	60.	39										
31	53.	15	55.	22	57.	30	59.	38	61.	46	63.	54										
32	55.	33	57.	56	60.	19	62.	43	65.	7	67.	31										

Digitized by Google

TABULA Latitudinum crescentium.

Parallelus.	Magnitudo cujusque gradus.	Parallelus.	Magnitudo cujusque gradus.	Parallelus.	Magnitudo cujusque gradus.
1	10000	26	268855	51	591893
2	20001	27	279981	52	607783
3	30007	28	291204	53	624026
4	40021	29	302530	54	630642
5	50024	30	313964	55	647655
6	60083	31	325511	56	665089
7	70128	32	337177	57	682972
8	80213	33	348969	58	701332
9	90311	34	360893	59	720203
10	100436	35	372955	60	739619
11	110590	36	385162	61	759619
12	120777	37	397522	62	780246
13	131000	38	410043	63	801547
14	141263	39	422733	64	823574
15	151569	40	435621	65	846386
16	161922	41	448675	66	870048
17	172325	42	461925	67	894634
18	182782	43	475372	68	920227
19	193297	44	489045	69	946922
20	203873	45	502947	70	974826
21	214515	46	517089		
22	225226	47	531485		
23	236011	48	546148		
24	246875	49	561092		
25	257821	50	576336		

Tabula inclinationis Magnetis.

Elevat. Poli. Grad.	Inclinat. Ex Cabæo. Gr.	M.	Inclinat. Ex P. Grand. Gr.	M.	Inclin. ex Kircher Theoria. Gr.	M.
0	0.	0	0.	0	0.	0
5	11.	0	21.	10	10.	51
10	20.	35	35.	0	20.	49
15	30.	25	44.	0	29.	55
20	37.	35	51.	0	38.	12
25	44.	55	56.	0	45.	43
30	51.	8	60.	0	52.	31
35	57.	20	63.	0	58.	39
40	62.	45	66.	0	64.	10
45	67.	50	69.	0	69.	6
50	71.	40	72.	0	73.	18
55	76.	0	74.	30	77.	17
60	78.	30	77.	0	80.	34
65	81.	36	79.	30	83.	20
70	84.	0	82.	0	85.	38
75	86.	30	84.	0	87.	23
80	88.	5	86.	0	88.	42
85	89.	0	88.	0	80.	34
90	90		90.	0	90.	0

Digitized by Google

TABULA MILLIARIUM

Eſt, & Oüeſt quæ reſpondent gradibus longitudinis in quarto rhumbo.

Latitudo. G. M.	Milliaria Eſt & Oüeſt.	Longitudo. G. M.	Latitudo. G. M.	Milliaria Eſt & Oüeſt.	Longitudo. G. M.	Latitudo. G. M.	Milliaria Eſt & Oüeſt.	Longitudo. G. M.
0	0. 0	0. 0	6	360	6. 0	12	720	12. 5
10	10	0. 10	10	370	6. 10	10	730	12. 15
20	20	0. 20	20	380	6. 20	20	740	12. 26
30	30	0. 30	30	390	6. 30	30	750	12. 36
40	40	0. 40	40	400	6. 40	40	760	12. 46
50	50	0. 50	50	410	6. 50	50	770	12. 56
1	60.	1. 0	7	420	7. 6	13	780	13. 7
10	70	1. 10	10	430	7. 11	10	790	13. 17
20	80	1. 20	20	440	7. 21	20	800	13. 27
30	90	1. 30	30	450	7. 31	30	810	13. 38
40	100	1. 40	40	460	7. 41	40	820	13. 48
50	110	1. 50	50	470	7. 51	50	830	13. 58
2	120	2. 0	8	480	8. 2	14	840	14. 8
10	130	2. 10	10	490	8. 12	10	850	14. 18
20	140	2. 20	20	500	8. 22	20	860	14. 29
30	150	2. 30	30	510	8. 32	30	870	14. 39
40	160	2. 20	40	520	8. 42	40	880	14. 49
50	170	2. 50	50	530	8. 52	50	890	15. 0
3	180	3. 0	9	540	9. 2	15	900	15. 10
10	190	3. 10	10	550	9. 12	10	910	15. 21
20	200	3. 20	20	560	9. 22	20	920	15. 31
30	210	3. 30	30	570	9. 32	30	930	15. 41
40	220	3. 40	40	580	9. 42	40	940	15. 51
50	230	3. 50	50	590	9. 52	50	950	16. 2
4	240	4. 0	10.	600	10. 3	16	960	16. 12
10	250	4. 10	10	610	10. 13	10	970	16. 23
20	260	4. 20	20	620	10. 23	20	980	16. 33
30	270	4. 30	30	630	10. 33	30	990	16. 44
40	280	4. 40	40	640	10. 44	40	1000	16. 55
50	290	4. 50	50	650	10. 54	50	1010	17. 5
5	300	5. 0	11	660	11. 4	17	1020	17. 15
10	310	5. 10	10	670	11. 14	10	1030	17. 25
20	320	5. 20	20	680	11 24	20	1040	17. 36
30	330	5. 30	30	690	11. 34	30	1050	17. 47
40	340	5. 40	40	700	11. 44	40	1060	17. 57
50	350	5. 50	50	710	11. 55	50	1070	18. 8

Digitized by Google

TABULA MILLIARIUM

Eſt, & Oüeſt quæ reſpondent gradibus longitudinis in quarto rhumbo.

Latitudo. G. M.	Milliaria Eſt & Oüeſt.	Longitudo. G. M.
18	1080	18. 18
10	1090	18. 29
20	1100	18. 39
30	1110	18. 49
40	1120	19. 0
50	1130	19. 10
19	1140.	19. 21
10	1150	19. 31
20	1160	19. 42
30	1170	19. 53
40	1180	20. 4
50	1190	20. 14
20	1200	20. 25
10	1210	20. 35
20	1220	20. 46
30	1230	20. 57
40	1240	21. 7
50	1250	21. 18
21	1260	21. 28
10	1270	21. 39
20	1280	21. 50
30	1290	22. 1
40	1300	22. 12
50	1310	22. 22
22 0	1320	22. 23
10	1330	22. 44
20	1340	22. 55
30	1350	23. 6
40	1360	23. 17
50	1370	23. 28
23 0	1380	23. 39
10	1390	23. 49
20	1400	23. 0
30	1410	24. 11
40	1420	24. 22
50	1430	24. 33
24 0	1440	24. 44
10	1450	24. 55
20	1460	25. 6
30	1470	25. 17
40	1480	25. 28
50	1490	25. 32
25 0	1500	25. 50
10	1510	26. 1
20	1520	26. 12
30	1530	26. 23
40	1540	26. 34
50	1550	26. 45
26 0	1560	26. 56
10	1570	27. 7
20	1580	27. 8
30	1590	27. 29
40	1600	27. 40
50	1610	27. 51
27 0	1620	28. 3
10	1630	28. 14
20	1640	28. 25
30	1650	28. 37
40	1660	28. 49
50	1670	28. 59
28 0	1680	29. 11
10	1690	29. 22
20	1700	29. 34
30	1710	29. 46
40	1720	29. 57
50	1730	30. 8
29 0	1740	30. 19
10	1750	30. 31
20	1760	30 43
30	1770	30. 54
40	1780	31. 5
50	1790	31. 17
30. 0	1800	31. 28
10	1810	31. 40
20	1820	31. 51
30	1830	32. 3
40	1840	32. 15
50	1850	32. 26
31 0	1860	32. 38
10	1870	32. 49
20	1880	33. 0
30	1890	33. 12
40	1900	33. 25
50	1910	33. 37
32. 0	1920	33. 48
10	1930	34. 0
20	1940	34. 12
30	1950	34. 24
40	1960	34. 36
50	1970	34. 48
33. 0	1980	35. 0
10	1990	35. 12
20	2000	35. 23
30	2010	35. 35
40	2020	35. 47
50	2030	35. 59
34. 0	2040	36. 11
10	2050	36. 23
20	2060	36. 3
30	2070	36. 47
40	2080	36. 59
50	2090	37. 12
35. 0	2100	37. 24
10	2110	37. 36
20	2120	37. 48
30	2130	38. 0
40	2140	38. 13
50	2150	38. 25

Digitized by Google

TABULA MILLIARIUM

Eſt, & Oüeſt quæ reſpondent gradibus longitudinis in quarto rhumbo.

Latitudo. G. M.	Milliaria Eſt & Oüeſt.	Longitudo. G. M.	Latitudo. G. M.	Milliaria Eſt & Oüeſt.	Longitudo. G. M.	Latitudo. G. M.	Milliaria Eſt & Oüeſt.	Longitudo. G. M.
36 0	2160	38. 38	42 0	2520	46. 22	48. 0	2880	54. 51
10	2170	38. 50	10	2530	46. 36	10	2890	55. 5
20	2180	39. 3	20	2540	46. 49	20	2900	55. 22
30	2190	39. 15	30	2550	47. 2	30	2910	55. 37
40	2200	39. 27	40	2560	47. 16	40	2920	55. 51
50	2210	39. 40	50	2570	47. 30	50	2930	56. 7
37 0	2220	39. 53	42 0	2580	47. 43	49 0	2940	56. 21
10	2230	40. 5	10	2590	47. 56	10	2950	56. 38
20	2240	40. 18	20	2600	48. 10	20	2960	56. 51
30	2250	40. 31	30	2610	48. 25	30	2970	57. 8
40	2260	40. 43	40	2620	48. 39	40	2980	57. 23
50	2270	40. 56	50	2630	48. 53	50	2990	57. 39
38 0	2280	41. 8	44 0	2640	49. 6	50. 0	3000	57. 54
10	2290	41. 21	10	2650	49. 20	10	3010	58. 10
20	2300	41. 33	20	2660	49. 54	20	3020	58. 26
30	2310	41. 46	30	2670	49. 48	30	3030	58. 42
40	2320	42. 0	40	2680	50. 2	40	3040	58. 58
50	2330	42. 13	50	2690	50. 16	50	3050	59. 14
39 0	2340	42. 26	45 0	2700	50. 30	51. 0	3060	59. 30
10	2350	42. 39	10	2710	50. 43	10	3070	59. 46
20	2360	42. 52	20	2720	50. 57	20	3080	60. 1
30	2370	43. 4	30	2730	51. 12	30	3090	60. 17
40	2380	43. 17	40	2740	51. 26	40	3100	60. 33
50	2390	43. 30	50	2750	51. 40	50	3110	60. 49
40 0	2400	43. 43	46 0	2760	51. 54	52. 0	3120	61. 5
10	2410	43. 56	10	2770	52. 10	10	3130	61. 21
20	2420	44. 9	20	2780	52. 25	20	3140	61. 37
30	2430	44. 21	30	2790	52. 39	30	3150	61. 54
40	2440	44. 34	40	2800	52. 54	40	3160	62. 10
50	2450	44. 48	50	2810	53. 8	50	2170	62. 26
41 0	2460	45. 2	47 0	2820	53. 23	53. 0	3180	62. 43
10	2470	45. 16	10	2830	53. 37	10	3190	63. 0
20	2480	45. 29	20	2840	53 52	20	3200	63. 17
30	2490	45. 42	30	2850	54. 6	30	3210	63. 34
40	2500	45. 55	40	2860	54. 21	40	3220	63. 51
50	2510	46. 8	50	2870	54. 36	50	3230	64. 8

Digitized by Google

TABULA MILLIARIUM EST, & Oueſt quæ reſpondent gradibus longitudinis in quarto Rhumbo.

Latitudo. G. M.	Milliaria Eſt & Oueſt.	Longitudo. G. M.
54. 0	3240	64. 24
10	3250	64. 41
20	3260	64. 58
30	3270	65. 15
40	3280	65. 32
50	3290	65. 50
55. 0	3300	66. 8
10	3310	66. 26
20	3320	66. 42
30	3330	67. 1
40	3340	67. 19
50	3350	67. 36
56. 0	3360	67. 54
10	3370	68. 11
20	3380	68. 29
30	3390	68. 47
40	3400	69. 5
50	3410	69. 24
57. 0	3420	69. 42
10	3430	70. 0
20	3440	70. 19
30	3450	70. 38
40	3460	70. 58
50	3470	71. 14
58. 0	3480	71. 34
10	3490	71. 53
20	3500	72. 12
30	3510	72. 31
40	3520	72. 50
50	3530	73. 9
59. 0	3540	73. 28
10	3550	73. 48
20	3560	74. 8
30	3570	74. 26
40	3580	74. 46
50	3590	75. 7
60. 0	3600	75. 26
10	3610	75. 47
20	3620	76. 8
30	3630	76. 28
40	3640	76. 48
50	3650	77. 8
61. 0	3660	77. 29
10	3670	77. 49
20	3680	78. 10
30	3690	78. 31
40	3700	78. 51
50	3710	78. 12
62. 0	3720	79. 34
10	3730	79. 55
20	3740	80. 17
30	3750	80. 38
40	3760	81. 0
50	3770	81. 22
63. 0	3780	81. 44
10	3790	82. 6
20	3800	82. 28
30	3810	82. 51
40	3820	83. 14
50	3830	83. 36
64. 0	3840	83. 59
10	3850	84. 22
20	3860	84. 45
30	3870	85. 9
40	3880	85. 35
50	3890	85. 55
65. 0	3900	86. 19
10	3910	86. 42
20	3920	87. 6
30	3930	87. 29
40	3940	87. 55
50	3950	88. 20
66. 0	3960	88. 44
10	3970	89. 8
20	3980	89. 32
30	3990	89. 57
40	4000	90. 23
50	4010	90. 48
67. 0	4020	91. 13
10	4030	91. 38
20	4040	92. 4
30	4050	92. 30
40	4060	92. 56
50	4070	93. 23
68. 0	4080	93. 50
10	4090	94. 17
20	4100	94. 44
30	4110	95. 11
40	4120	95. 38
50	4130	96. 5
69. 0	4140	96. 33
10	4150	97. 2
20	4160	97. 30
30	4170	98. 0
40	4180	98. 29
50	4190	98. 58
70. 0	4200	99. 26

Digitized by Google

TABULA AD MUTANDOS
Gradus & Minuta Eſt & Oueſt in milliaria.

Parallelus.	1. Minut. milliaria centũ paſſus.	2. Minut. milliaria centũ paſſus.	3. Minut. milliaria centũ paſſus.	4. Minut. milliaria centũ paſſus.	5. Minut. milliaria centũ paſſus.	6. Minut. milliaria centũ paſſus.	7. Minut. milliaria centũ paſſus.	8. Minut. milliaria centũ paſſus.	9. Minut. milliaria centũ paſſus.
0	1. 0	2. 0	3. 0	4. 0	5. 0	6. 0	7. 0	8. 0	9. 0
1	1. 0	2. 0	3. 0	4. 0	5. 0	6. 0	7. 0	8. 0	9. 0
2	1. 0	2. 0	3. 0	4. 0	5. 0	6. 0	7. 0	8. 0	9. 0
3	1. 0	2. 0	3. 0	4. 0	5. 0	6. 0	7. 0	8. 0	9. 0
4	1. 0	2. 0	3. 0	4. 0	5. 0	6. 0	7. 0	8. 0	9. 0
5	1. 0	2. 0	3. 0	4. 0	5. 0	6. 0	7. 0	8. 0	9. 0
6	1. 0	2. 0	3. 0	4. 0	5. 0	6. 0	7. 0	8. 0	8. 9
7	1. 0	2. 0	3. 0	4. 0	5. 0	6. 0	6. 9	7. 9	8. 9
8	1. 0	2. 0	3. 0	4. 0	5. 0	5. 9	6. 9	7. 9	8. 9
9	1. 0	2. 0	3. 0	4. 0	4. 9	5. 9	6. 9	7. 9	8. 9
10	1. 0	2. 0	3. 0	3. 9	4. 9	5. 9	6. 9	7. 9	8. 9
11	1. 0	2. 0	2. 9	3. 9	4. 9	5. 9	6. 9	7. 9	8. 8
12	1. 0	2. 0	2. 9	3. 9	4. 9	5. 9	6. 8	7. 8	8. 8
13	1. 0	1. 9	2. 9	3. 9	4. 9	5. 8	6. 8	7. 8	8. 8
14	1. 0	1. 9	2. 9	3. 9	4. 9	5. 8	6. 8	7. 8	8. 7
15	1. 0	1. 9	2. 9	3. 9	4. 8	5. 8	6. 8	7. 7	8. 7
16	1. 0	1. 9	2. 9	3. 8	4. 8	5. 8	6. 7	7. 7	8. 7
17	1. 0	1. 9	2. 9	3. 8	4. 8	5. 7	6. 7	7. 7	8. 6
18	1. 0	1. 9	2. 9	3. 8	4. 8	5. 7	6. 7	7. 6	8. 6
19	0. 9	1. 9	2. 8	3. 8	4. 7	5. 7	6. 6	7. 6	8. 5
20	0. 9	1. 9	2. 8	3. 8	4. 7	5. 6	6. 9	7. 5	8. 5
21	0. 9	1. 9	2. 8	3. 7	4. 7	5. 6	6. 5	7. 5	8. 4
22	0. 9	1. 9	2. 8	3. 7	4. 6	5. 6	6. 5	7. 4	8. 3
23	0. 9	1. 8	2. 8	3. 7	4. 6	5. 5	6. 4	7. 4	8. 3
24	0. 9	1. 8	2. 7	3. 7	4. 6	5. 5	6. 4	7. 3	8. 2
25	0. 9	1. 8	2. 7	3. 6	4. 5	5. 4	6. 3	7. 2	8. 2
26	0. 9	1. 8	2. 7	3. 6	4. 5	5. 4	6. 3	7. 2	8. 1
27	0. 9	1. 8	2. 7	3. 6	4. 5	5. 3	6. 2	7. 1	8. 0
28	0. 9	1. 8	2. 6	3. 5	4. 4	5. 3	6. 2	7. 0	7. 9
29	0. 9	1. 7	2. 6	3. 5	4. 4	5. 2	6. 1	7. 0	7. 9
30	0. 9	1. 7	2. 6	3. 5	4. 3	5. 2	6. 0	6. 9	7. 8
31	0. 9	1. 7	2. 6	3. 4	4. 3	5. 1	6. 0	6. 9	7. 7
32	0. 8	1. 7	2. 5	3. 4	4. 2	5. 1	5. 9	6. 8	7. 6
33	0. 8	1. 7	2. 5	3. 4	4. 2	5. 0	5. 9	6. 7	7. 5
34	0. 8	1. 7	2. 5	3. 3	4. 1	4. 9	5. 8	6. 6	7. 5

Digitized by Google

TABULA AD MUTANDOS gradus & minuta Eſt & Oüeſt, in milliaria.

Paral.	1 Minut. Milliaria centũ paſſus.	2 Minut. Milliaria centũ paſſus.	3 Minut. Milliaria centũ paſſus.	4 Minut. Milliaria centũ paſſus.	5 Minut. Milliaria centũ paſſus.	6 Minut. milliaria centũ paſſus.	7 Minut. milliaria centũ paſſus.	8 Minut. milliaria centũ paſſus.	9 Minu . milliaria centũ paſſus.
35	0. 8	1. 6	2. 5	3. 3	4. 1	4. 9	5. 7	6. 5	7. 4
36	0. 8	1. 6	2. 4	3. 2	4. 0	4. 9	5. 7	6. 5	7. 3
37	0. 8	1. 6	2. 4	3. 2	4. 0	4. 8	5. 6	6. 4	7. 2
38	0. 8	1. 6	2. 4	3. 2	3. 9	4. 7	5. 5	6. 3	7. 1
39	0. 8	1. 6	2. 3	3. 1	3. 9	4. 7	5. 4	6. 2	7. 0
40	0. 8	1. 5	2. 3	3. 1	3. 8	4. 6	5. 4	6. 1	6. 9
41	0. 8	1. 5	2. 2	3. 0	3. 8	4. 5	5. 3	6. 0	6. 8
42	0. 7	1. 5	2. 2	3. 0	3. 7	4. 5	5. 2	5. 9	6. 7
43	0. 7	1. 5	2. 2	2. 9	3. 7	4. 4	5. 1	5. 9	6. 6
44	0. 7	1. 4	2. 2	2. 9	3. 6	4. 3	5. 0	5. 8	6. 5
45	0. 7	1. 4	2. 1	2. 8	3. 5	4. 2	4. 9	5. 6	6. 4
46	0. 7	1. 4	2. 1	2. 8	3. 5	4. 2	4. 9	5. 5	6. 3
47	0. 7	1. 4	2. 0	2. 7	3. 4	4. 1	4. 8	5. 5	6. 1
48	0. 7	1. 3	2. 0	2. 7	3. 3	4. 0	4. 7	5. 3	6. 0
49	0. 7	1. 3	2. 0	2. 6	3. 3	3. 9	4. 6	5. 2	5. 9
50	0. 6	1. 3	1. 9	2. 6	3. 2	3. 9	4. 5	5. 1	5. 8
51	0. 6	1. 2	1. 9	2. 5	3. 1	3. 8	4. 4	5. 0	5. 7
52	0. 6	1. 2	1. 8	2. 4	3. 1	3. 7	4. 3	4. 9	5. 5
53	0. 6	1. 2	1. 8	2. 4	3. 0	3. 9	4. 2	4. 8	5. 4
54	0. 6	1. 2	1. 8	2. 4	2. 9	3. 5	4. 1	4. 7	5. 2
55	0. 6	1. 1	1. 7	2. 3	2. 9	3. 4	4. 0	4. 6	5. 1
56	0. 5	1. 1	1. 7	2. 2	2. 8	3. 4	3. 9	4. 5	5. 0
57	0. 5	1. 1	1. 6	2. 2	2. 7	3. 3	3. 8	4. 4	4. 9
58	0. 5	1. 1	1. 6	2. 1	2. 9	3. 2	3. 7	4. 2	4. 8
59	0. 5	1. 0	1. 5	2. 1	2. 6	3. 0	3. 6	4. 1	4. 6
60	0. 5	1. 0	1. 5	2. 0	2. 5	3. 0	3. 5	4. 0	4. 5
61	0. 5	1. 0	1. 5	1. 9	2. 4	2. 9	3. 4	3. 9	4. 4
62	0. 5	0. 9	1. 4	1. 9	2. 3	2. 8	3. 3	3. 8	4. 2
63	0. 5	0. 9	1. 4	1. 8	2. 3	2. 7	3. 2	3. 6	4. 1
64	0. 4	0. 9	1. 3	1. 8	2. 2	2. 6	3. 1	3. 5	3. 9
65	0. 4	0. 8	1. 3	1. 7	2. 1	2. 5	3. 0	3. 4	3. 8
66	0. 4	0. 8	1. 2	1. 6	2. 0	2. 4	2. 8	3. 2	3. 7
67	0. 4	0. 8	1. 2	1. 6	2. 0	2. 3	2. 7	3. 1	3. 5
68	0. 4	0. 7	1. 1	1. 5	1. 9	2. 2	2. 6	3. 0	3. 4
69	0. 4	0. 7	1. 1	1. 4	1. 8	2. 1	2. 5	2. 9	3. 2
70									

Digitized by Google

TABULA AD MUTANDOS gradus & minuta Eſt & Oüeſt, in milliaria.

	10 Minut. Milliaria centũ paſſus.	20 Minut. Milliaria centũ paſſus.	30 Minut. Milliaria centũ paſſus.	40 Minut. Milliaria centũ pſſaus.	50 Minut. Milliaria centũ paſſus.	Unus gradus Milliaria centũ paſſus.	Duo gradus Milliaria centũ paſſus.	Tres gradus Milliaria centũ paſſus.	Quatuor gradus Milliaria centũ paſſus.
0.	10. 0	20. 0	30. 0	40. 0	50. 0	60. 0	120. 0	180. 0	240. 0
1.	10. 0	20. 0	30. 0	40. 0	50. 0	60. 0	120. 0	180. 0	240. 0
2.	10. 0	20. 0	30. 0	40. 0	50. 0	60. 0	119. 9	179. 9	239. 9
3.	10. 0	20. 0	30. 0	39. 9	49. 9	59. 9	119. 8	179. 8	239. 7
4.	10. 0	20. 0	29. 9	39. 9	49. 9	59. 9	119. 7	179. 6	239. 4
5.	10. 0	19. 9	29. 9	39. 8	49. 8	59. 8	119. 5	179. 3	239. 1
6.	9. 9	19. 9	29. 8	39. 8	49. 7	59. 7	119. 3	179. 0	238. 7
7.	9. 9	19. 9	29. 8	39. 7	49. 6	59. 6	119. 1	178. 7	238. 2
8.	9. 9	19. 8	29. 7	39. 6	49. 5	59. 4	118. 8	178. 2	237. 7
9.	9. 9	19. 8	29. 6	39. 5	49. 4	59. 3	118. 5	177. 8	237. 0
10.	9. 8	19. 7	29. 5	39. 4	49. 2	59. 0	118. 2	177. 3	236. 4
11.	9. 8	19. 6	29. 4	39. 3	49. 0	58. 9	117. 8	176. 7	235. 6
12.	9. 8	19. 6	29. 3	39. 1	48. 9	58. 7	117. 4	176. 0	234. 8
13.	9. 7	19. 5	29. 2	39. 0	48. 7	58. 5	116. 9	175. 4	223. 8
14.	9. 7	19. 4	29. 1	38. 8	48. 5	58. 2	116. 4	174. 7	232. 8
15.	9. 7	19. 3	29. 0	38. 6	48. 3	58. 0	115. 9	173. 9	231. 8
16.	9. 6	19. 2	28. 8	38. 5	48. 1	57. 7	115. 4	173. 0	230. 7
17.	9. 6	19. 1	28. 7	38. 2	47. 8	57. 4	114. 8	172. 1	229. 5
18.	9. 5	19. 0	28. 5	38. 0	47. 6	57. 0	114. 1	171. 1	228. 3
19.	9. 5	18. 9	28. 4	37. 2	47. 2	56. 7	113. 5	170. 5	226. 9
20.	9. 4	18. 8	28. 2	37. 6	47. 0	56. 4	112. 8	169. 1	225. 5
21.	9. 3	18. 7	28. 0	37. 3	46. 7	56. 0	112. 0	168. 0	224. 0
22.	9. 3	18. 5	27. 8	37. 1	46. 4	55. 6	111. 3	166. 8	222. 5
23.	9. 2	18. 4	27. 6	36. 8	46. 0	55. 2	110. 5	165. 7	220. 9
24.	9. 1	18. 3	27. 4	36. 5	45. 7	54. 8	109. 6	164. 4	219. 3
25.	9. 0	18. 1	27. 1	36. 3	45. 3	54. 4	108. 7	163. 1	217. 5
26.	9. 0	18. 0	27. 0	36. 0	44. 9	53. 9	107. 9	161. 8	215. 7
27.	8. 9	17. 8	26. 7	35. 6	44. 6	53. 5	106. 9	160. 4	213. 8
28.	8. 8	17. 7	26. 5	35. 3	44. 1	53. 0	106. 0	158. 9	211. 9
29.	8. 7	17. 5	26. 2	35. 0	43. 7	52. 5	105. 0	157. 4	209. 9
30.	8. 6	17. 3	26. 0	34. 6	43. 3	52. 0	103. 9	155. 9	207. 8
31.	8. 6	17. 1	25. 7	34. 3	42. 8	51. 4	102. 9	154. 3	205. 7
32.	8. 5	17. 0	25. 4	33. 9	42. 4	50. 9	101. 8	152. 6	203. 5
33	8. 4	16. 8	25. 1	33. 5	41. 9	50. 3	100. 6	151. 0	201. 3
34.	8. 3	16. 6	24. 9	33. 1	41. 5	49. 7	99. 5	149. 2	199. 0

Digitized by Google

TABULA AD MUTANDOS
gradus & minuta Eſt & Oüeſt, in milliaria.

	10 Minut. Milliaria centũ paſſus.	20 Minut. Milliaria centũ paſſus.	30 Minut. Milliaria centũ paſſus.	40 Minut. Milliaria centũ paſſus.	50 Minut. Milliaria centũ paſſus.	Unus gradus milliaria centũ paſſus.	Duo gradus milliaria centũ paſſus.	Tres gradus milliaria centũ paſſus.	Quatuor gtadus milliaria centũ paſſus.
35	8. 2	16. 4	24. 5	32. 8	41. 0	49. 1	98. 2	147. 4	196. 6
36	8. 1	16. 2	24. 3	32. 4	40. 5	48. 5	97. 0	145. 6	194. 2
37	8. 0	16. 0	24. 0	31. 9	39. 9	47. 9	95. 8	143. 8	191. 7
38	7. 9	15. 8	23. 6	31. 5	39. 4	47. 2	94. 5	141. 8	189. 1
39	7. 8	15. 5	23. 3	31. 1	38. 9	46. 6	93. 2	139. 9	186. 5
40	7. 7	15. 3	23. 0	30. 6	38. 3	46. 0	91. 9	137. 9	183. 8
41	7. 5	15. 1	22. 6	30. 1	37. 7	45. 3	90. 6	135. 8	181. 1
42	7. 4	14. 9	22. 3	29. 7	37. 2	44. 6	89. 2	133. 8	178. 4
43	7. 1	14. 6	21. 9	29. 2	36. 6	43. 9	87. 7	131. 6	175. 5
44	7. 2	14. 4	21. 6	28. 8	36. 0	43. 2	86. 3	129. 5	172. 6
45	7. 1	14. 1	21. 2	28. 3	35. 4	42. 4	84. 8	127. 2	169. 7
46	6. 9	13. 9	20. 8	27. 8	34. 7	41. 6	83. 4	125. 0	166. 7
47	6. 8	13. 6	20. 4	27. 28	34. 1	40. 9	81. 8	122. 8	163. 7
48	6. 7	13. 3	20. 0	26. 6	33. 3	40. 0	79. 9	119. 9	159. 9
49	6. 6	13. 1	19. 7	26. 3	32. 8	39. 4	78. 7	118. 1	157. 5
50	6. 4	12. 6	19. 3	25. 7	32. 1	35. 6	77. 1	115. 7	154. 3
51	6. 3	12. 9	18. 9	25. 2	31. 5	37. 8	75. 5	113. 3	151. 0
52	6. 2	12. 3	18. 5	24. 6	30. 8	36. 9	73. 9	110. 8	147. 8
53	6. 0	12. 0	18. 1	24. 1	30. 1	36. 1	72. 2	108. 3	144. 4
54	5. 9	11. 8	17. 6	23. 5	29. 4	35. 3	70. 5	105. 8	141. 1
55	5. 7	11. 5	17. 2	22. 9	28. 7	34. 4	68. 8	103. 2	137. 6
56	5. 6	11. 2	16. 8	22. 4	28. 0	33. 6	67. 1	100. 7	134. 2
57	5. 4	11. 9	16. 3	21. 8	27. 2	32. 7	65. 5	98. 3	131. 0
58	5. 3	10. 6	15. 9	21. 2	26. 5	31. 8	63. 6	95. 4	127. 2
59	5. 2	10. 3	15. 5	20. 6	25. 8	30. 9	61. 8	92. 7	123. 6
60	5. 0	10. 0	15. 0	20. 0	25. 0	30. 0	60. 0	90. 0	120. 0
61	4. 8	9. 7	14. 5	19. 4	24. 2	29. 1	58. 2	87. 3	116. 4
62	4. 7	9. 4	14. 1	18. 8	23. 4	28. 2	56. 3	84. 5	112. 7
63	4. 5	9. 1	13. 6	18. 2	22. 7	27. 2	54. 5	81. 7	109. 0
64	4. 5	8. 8	13. 2	17. 5	22. 9	26. 3	52. 6	78. 9	105. 2
65	4. 2	8. 5	12. 7	16. 9	21. 1	25. 4	50. 7	76. 1	101. 4
66	4. 1	8. 1	12. 2	16. 3	20. 3	24. 4	48. 8	73. 2	97. 6
67	3. 9	7. 8	11. 7	15. 6	19. 5	23. 4	46. 9	70. 3	93. 8
68	3. 7	7. 5	11. 2	15. 0	18. 7	22. 5	45. 0	67. 4	89. 9
69	3. 6	7. 2	10. 8	14. 3	17. 9	21. 5	43. 1	64. 6	86. 1
70	3. 3	6. 7	10. 0	13. 4	16. 7	20. 0	40. 1	60. 1	80. 1

Digitized by Google

TABULA AD GRADUS & milliaria centum passus.

	5 Gradus milliaria centum passus.		6 Gradus milliaria centum passus.		7 Gradus milliaria centum passus.		8 Gradus milliaria centum passus.		9 Gradus milliaria centum passus.		10 Gradus milliaria centum passus.		20 Gradus milliaria centum passus.	
0	300.	0	360.	0	420.	0	480.	0	540.	0	600.	0	1200.	0
1	300.	0	359.	9	419.	9	479.	9	539.	9	599.	9	1199.	8
2	299.	8	359.	8	419.	7	479.	7	539.	7	599.	6	1199.	3
3	299.	6	359.	5	419.	4	479.	3	539.	3	599.	2	1198.	4
4	299.	3	359.	1	419.	0	478.	8	538.	7	598.	5	1197.	0
5	298.	9	358.	6	418.	4	478.	2	537.	9	597.	7	1195.	4
6	298.	4	358.	0	417.	7	477.	4	537.	0	596.	7	1193.	4
7	297.	8	357.	3	416.	9	476.	4	536.	0	595.	5	1191.	0
8	297.	0	356.	5	415.	9	475.	3	534.	7	594.	2	1188.	3
9	296.	3	355.	6	414.	8	474.	1	533.	4	592.	6	1185.	2
10	295.	4	354.	5	413.	6	472.	7	531.	8	590.	9	1181.	8
11	294.	5	353.	4	412.	3	471.	2	529.	0	588.	9	1177.	9
12	293.	4	352.	1	210.	8	469.	5	528.	2	586.	9	1173.	8
13	292.	3	350.	7	409.	2	467.	7	526.	2	584.	6	1169.	2
14	291.	1	349.	3	407.	5	465.	7	524.	0	582.	2	1164.	4
15	289.	8	347.	7	405.	7	463.	6	521.	6	579.	6	1159.	1
16	388.	4	346.	1	403.	7	461.	4	519.	0	576.	7	1153.	5
17	286.	9	344.	3	401.	6	459.	0	516.	4	573.	8	1147.	6
18	285.	7	342.	4	399.	4	456.	5	513.	6	570.	6	1141.	3
19	283.	6	340.	4	397.	1	453.	8	510.	6	567.	3	1134.	6
20	281.	9	338.	3	394.	7	451.	1	507.	4	563.	8	1127.	6
21	280.	1	336.	1	392.	1	448.	1	504.	1	560.	1	1120.	3
22	278.	2	333.	8	389.	4	445.	0	500.	7	556.	3	1112.	6
23	276.	1	331.	4	386.	6	441.	8	497.	1	552.	3	1104.	6
24	274.	1	328.	9	384.	0	438.	5	493.	3	548.	1	1096.	2
25	272.	0	326.	3	380.	6	435.	0	489.	4	543.	8	1087.	6
26	269.	6	323.	6	377.	6	431.	5	485.	3	539.	3	1078.	5
27	267.	3	320.	7	374.	2	427.	7	481.	1	534.	6	1069.	2
28	264.	9	317.	9	370.	8	423.	8	476.	8	529.	8	1059.	6
29	262.	3	314.	9	367.	3	419.	8	472.	3	524.	8	1049.	6
30	259.	8	311.	7	363.	7	415.	7	467.	7	519.	6	1039.	2
31	257.	1	308.	6	360.	0	411.	4	462.	9	514.	3	1028.	6
32	254.	4	305.	3	356.	1	407.	1	457.	9	508.	8	1017.	6
33	251.	6	301.	9	352.	2	402.	6	452.	9	503.	2	1006.	4
34	248.	7	297.	5	348.	1	397.	9	447.	7	497.	4	994.	8

Digitized by Google

TABULA GRADUUM,
& mille centum passu.

	5. Gradus mille centum passus.	6. Gradus mille centum passus.	7. Gradus mille centum passus.	8. Gradus mille centum passus.	9. Gradus mille centum passus.	10. Gradus mille centum passus.	11. Gradus mille centum passus.
35	245. 7	294. 7	344. 0	393. 2	442. 3	491. 5	983. 0
36	242. 7	291. 2	339. 8	388. 3	436. 9	485. 4	970. 3
37	239. 6	281. 5	335. 4	383. 3	431. 2	479. 1	958. 2
38	236. 4	283. 7	331. 0	378. 4	425. 5	472. 8	945. 6
39	233. 1	279. 8	326. 4	373. 0	419. 7	466. 3	932. 6
40	229. 8	275. 8	321. 7	367. 7	413. 6	459. 6	919. 2
41	226. 4	271. 7	317. 0	362. 5	407. 5	452. 8	905. 6
42	222. 9	267. 5	312. 1	356. 7	401. 3	445. 9	891. 7
43	219. 4	363. 3	307. 2	351. 0	394. 9	438. 8	877. 6
44	215. 8	259. 0	302. 1	345. 2	388. 4	431. 6	863. 2
45	212. 1	254. 5	296. 9	339. 4	381. 8	424. 2	848. 4
46	208. 4	250. 0	291. 7	333. 4	375. 1	416. 8	833. 6
47	204. 6	245. 5	286. 4	327. 3	368. 2	409. 2	818. 4
48	199. 8	239. 8	279. 8	319. 7	359. 7	399. 8	799. 3
49	196. 7	236. 2	275. 5	314. 9	354. 2	393. 3	787. 2
50	192. 8	231. 4	270. 0	308. 5	347. 1	385. 7	771. 4
51	188. 8	226. 6	264. 3	302. 1	349. 8	377. 6	755. 2
52	184. 7	221. 6	258. 6	395. 5	332. 5	369. 4	738. 8
53	180. 5	216. 6	252. 8	288. 9	325. 0	361. 0	722. 2
54	176. 3	211. 6	246. 9	282. 1	317. 4	352. 7	705. 4
55	172. 1	206. 5	240. 9	275. 3	309. 7	344. 1	688. 2
56	167. 8	201. 3	234. 9	268. 4	302. 0	335. 5	671. 0
57	163. 8	196. 9	229. 4	262. 2	295. 0	326. 8	653. 6
58	159. 0	190. 8	222. 6	254. 4	286. 2	318. 0	636. 0
59	154. 5	185. 4	216. 3	247. 2	278. 1	309. 0	618. 0
60	150. 0	180. 0	210. 0	240. 0	270. 0	300. 0	600.
61	145. 4	174. 5	203. 9	232. 7	261. 8	290. 9	581. 8
62	140. 8	169. 0	197. 2	225. 3	253. 5	281. 7	563. 4
63	136. 2	163. 4	190. 6	217. 9	245. 2	272. 4	544. 8
64	131. 5	157. 8	184. 1	210. 4	236. 7	263. 0	526. 1
65	126. 8	152. 1	177. 5	202. 8	228. 2	253. 6	507. 2
66	122. 0	146. 4	170. 8	195. 2	219. 6	244. 0	488. 0
67	117. 2	140. 7	164. 1	187. 5	211. 0	234. 4	468. 8
68	112. 4	134. 8	157. 3	179. 2	202. 3	224. 8	449. 6
69	107. 6	129. 1	150. 6	172. 1	193. 6	215. 0	430. 0
70	100. 1	120. 2	140. 2	160. 2	180. 2	200. 3	400. 6

TABULAS

Digitized by Google

TABULA AD REDUCENDA MILLIARIA EST ET OUEST in gradus longitudinis.

Paral-lelus.	1. Mil. G.M.S.	2. Mil. G.M.S.	3. Mil. G.M S	4. Mil. G. M.S.	5. Mil. G. M.S.	6. Mil. G.M. S.	7. Mil. G.M. S.	8. Mil. G. M.S.	9. Mil. G.M.S.
0	0. 1. 0	0. 2. 9	0. 3. 0	0. 4. 0	0 5. 0	0. 6. 0	0. 7. 0	0. 8. 0	0. 9. 0
1	0. 1. 0	0. 2. 0	0. 3. 0	0. 4. 0	0. 5. 0	0. 6. 0	0. 7. 0	0. 8. 0	0. 9. 0
2	0. 1. 0	0. 2. 0	0. 3. 0	0. 4. 0	0. 5. 0	0. 6. 0	0. 7. 0	0. 8. 0	0. 9. 1
3	0. 1. 0	0. 2. 0	0. 3. 0	0. 4. 0	0. 5. 0	0. 6. 0	0. 7. 1	0. 8. 1	0. 9. 1
4	0. 1. 0	0. 2. 0	0. 3. 0	0. 4. 1	0. 5. 1	0. 6 1	0. 7. 1	0. 8. 1	0. 9. 1
5	0. 1. 0	0. 2. 0	0. 3. 1	0. 4. 1	0. 5. 1	0. 6. 1	0. 7. 2	0. 8. 2	0. 9. 2
6	0. 1. 0	0. 2. 1	0. 3. 1	0. 4. 1	0. 5. 2	0. 6 2	0. 7. 2	0. 8. 3	0. 9. 3
7	0. 1. 0	0. 2. 1	0. 3. 1	0. 4. 2	0. 5. 2	0. 6. 3	0. 7. 3	0. 8. 4	0. 9. 4
8	0. 1. 1	0. 2. 1	0. 3. 2	0. 4. 2	0. 5. 3	0. 6. 3	0. 7. 4	0. 8. 4	0. 9. 5
9	0. 1. 1	0. 2. 1	0. 3. 2	0. 4. 3	0. 5. 5	0. 6. 4	0. 7. 5	0. 8. 6	0. 9. 6
10	0. 1. 1	0. 2. 2	0. 3. 3	0. 4. 4	0. 5. 5	0. 6. 6	0. 7. 7	0. 8. 7	0. 9. 8
11	0. 1. 1	0. 2. 2	0. 3. 3	0. 4. 4	0. 5. 6	0. 6. 7	0. 7. 8	0. 8. 9	0. 9. 10
12	0. 1. 2	0. 2. 3	0. 3. 4	0. 4. 5	0. 5. 7	0. 6. 8	0. 7. 9	0. 8. 11	0. 9. 12
13	0. 1. 2	0. 2. 3	0. 3. 5	0. 4. 6	0. 5. 8	0. 6. 9	0. 7. 11	0. 8. 12	0. 9. 14
14	0. 1. 2	0. 2. 4	0. 3. 5	0. 4. 7	0. 5. 9	0. 6. 11	0. 7. 13	0. 8. 15	0. 9. 16
15	0. 1. 2	0. 2. 4	0. 3. 6	0. 4. 8	0. 5. 11	0. 6. 13	0. 7. 15	0. 8. 17	0. 9. 19
16	0. 1. 2	0. 2. 5	0. 3. 7	0. 4 10	0. 5. 12	0. 6. 14	0. 7. 17	0. 8. 19	0. 9. 22
17	0. 1. 3	0. 2. 6	0. 3. 8	0. 4. 11	0. 5. 14	0. 6. 16	0. 7. 19	0. 8. 22	0. 9. 25
18	0. 1. 3	0. 2. 6	0. 3. 9	0. 4. 12	0. 5. 15	0. 6. 18	0. 7. 21	0. 8. 25	0. 9. 28
19	0. 1. 3	0. 2. 7	0. 3. 10	0. 4. 14	0. 5. 17	0. 6. 20	0. 7. 24	0. 8. 28	0. 9. 31
20	0. 1. 4	0. 2. 8	0. 3. 12	0. 4. 15	0. 5. 18	0. 6. 22	0. 7. 25	0. 8. 29	0. 9. 34
21	0. 1. 4	0. 2. 9	0. 3. 13	0. 4. 17	0. 5. 21	0. 6. 26	0. 7. 30	0. 8. 34	0. 9. 38
22	0. 1. 5	0. 2. 9	0. 3. 14	0. 4. 19	0. 5. 24	0. 6. 28	0. 7. 33	0. 8. 38	0. 9. 42
23	0. 1. 5	0. 2. 10	0. 3. 16	0. 4. 21	0. 5. 26	0. 6. 31	0. 7. 37	0. 8. 41	0. 9. 47
24	0. 1. 6	0. 2. 11	0. 3. 17	0. 4. 23	0. 5. 28	0. 6. 33	0. 7. 39	0. 8. 44	0. 9. 50
25	0. 1. 6	0. 2. 12	0. 3. 19	0. 4. 25	0. 5. 31	0. 6. 37	0. 7. 43	0. 8. 50	0. 9. 56
26	0. 1. 7	0. 2. 13	0. 3. 20	0. 4. 27	0. 5. 34	0. 6. 40	0. 7. 47	0. 8. 54	0. 10. 1
27	0. 1. 7	0. 2. 15	0. 3. 22	0. 4. 29	0. 5. 37	0. 6. 42	0. 7. 51	0. 8. 59	0. 10. 6
28	0. 1. 8	0. 2. 16	0. 3. 24	0. 4. 31	0. 5. 39	0. 6. 47	0. 7. 55	0. 9. 3	0. 11.11
29	0. 1. 9	0. 2. 17	0. 3. 26	0. 4. 34	0. 5. 43	0. 6. 52	0. 8. 0	0. 9. 9	0. 17.17
30	0. 1. 9	0. 2.19	0. 3. 28	0. 4. 37	0. 5. 46	0. 6. 56	0. 8. 5	0. 9. 14	0. 10.24
31	0. 1. 10	0. 2. 20	0. 3. 30	0. 4. 40	0. 5. 50	0. 7. 0	0. 8. 10	0. 9. 20	0. 10.30
32	0. 1. 11	0. 2. 21	0. 3. 32	0. 4. 43	0. 5. 54	0. 7. 4	0. 8. 15	0. 9. 26	0. 10.37
33	0. 1. 12	0. 2. 23	0. 3. 35	0. 4. 46	0. 5. [illegible]	0. 7. 9	0. 8. 21	0. 9. 32	0. 10.44
34	0. 1. 12	0. 2. 25	0. 3. 37	0. 4. 50	0. 5. 2	0. 7. 14	0. 8. 27	0. 9. 39	0. 10.51
35	0. 1. 13	0. 2. 26	0. 3. 40	0. 4. 53	0. 6. 6	0. 7. 19	0. 8. 33	0. 9. 46	0. 10.59
36	0. 1. 14	0. 2.28	0. 3. 42	0. 4. 57	0. 6. 11	0. 7. 25	0. 8. 39	0. 9. 53	0. 11. 8
37	0. 1. 15	0. 2. 30	0. 3. 45	0. 5. 1	0. 6. 16	0. 7. 31	0. 8. 46	0. 10. 1	0. 11.16
38	0. 1. 16	0. 2. 32	0. 3. 48	0. 5. 5	0. 6. 21	0. 7. 37	0. 8. 53	0. 10. 9	0. 11.25
36	0. 1. 17	0. 2. 34	0. 3. 52	0. 5. 9	0. 6. 26	0. 7. 43	0. 9. 0	0. 10.18	0. 11.35
40	0. 1. 18	0. 2. 37	0. 3. 55	0. 5. 13	0. 6. 32	0. 7. 50	0. 9. 8	0. 10.27	0. 11.45
41	0. 1. 19	0. 2. 39	0. 3. 58	0. 5. 18	0. 6. 37	0. 7. 57	0. 9. 16	0. 10.36	0. 11.55
42	0. 1. 21	0. 2. 41	0. 4. 2	0. 5. 23	0. 6. 44	0. 8. 4	0. 9. 25	0. 10.46	0. 12. 7
43	0. 1. 22	0. 2. 44	0. 4. 6	0. 5. 28	0. 6. 50	0. 8. 12	0. 9. 34	0.10.56	0. 12.20
44	0. 1. 23	0. 2. 47	0. 4. 10	0. 5. 34	0. 6. 57	0. 8. 21	0. 9. 44	0. 11. 7	0. 12.31
45	0. 1. 25	0. 2. 50	0. 4. 15	0. 5. 39	0. 7. 4	0. 8. 29	0. 9. 54	0. 11.19	0. 12.44
46	0. 1. 26	0. 2. 53	0. 4. 19	0. 5. 45	0. 7. 12	0. 8. 38	0. 10. 5	0. 11.31	0. 12.57
47	0. 1. 28	0. 2. 56	0. 4. 24	0. 5. 52	0. 7. 20	0. 8. 48	0. 10.16	0.11.44	0. 13.12
48	0. 1. 30	0. 2. 59	0. 4. 29	0. 5. 59	0. 7. 28	0. 8. 58	0. 10.28	0. 11.57	0. 13.27
49	0. 1. 31	0. 3. 3	0. 4. 34	0. 6. 6	0. 7. 37	0 9 8	0. 10.40	0.11.12	0. 13.43
50	0. 1. 33	0. 3. 7	0. 4. 40	0. 6. 13	0. 7. 47	0. 9. 20	0. 10.53	0. 12.27	0. 14. 0
51	0. 1. 35	0. 3. 11	0. 4. 46	0. 6. 21	0. 7. 57	0. 9. 22	0. 10.57	0. 12.33	0. 14. 8
52	0. 1. 37	0. 3. 14	0. 4. 52	0. 6. 30	0. 8. 7	0. 9. 44	0. 11.22	0. 13. 0	0. 14.37
53	0. 1. 40	0. 3. 19	0. 4. 59	0. 6. 38	0. 8. 18	0. 9. 58	0. 11.38	0. 13.18	0. 14. 57
54	0. 1. 42	0. 3. 24	0. 5. 6	0. 6. 48	0. 8. 30	0. 10 12	0. 11.55	0. 13.36	0. 15.16
55	0. 1. 45	0. 3. 29	0. 5. 14	0. 6. 58	0. 8. 43	0. 10.28	0. 12.12	0. 13. 57	0. 15.41
56	0. 1. 47	0. 3. 35	0. 5. 22	0. 7. 9	0. 8. 56	0. 10.44	0. 12. 31	0. 14.18	0. 16. 6
57	0. 1. 50	0. 3. 40	0. 5. 30	0. 7. 21	0. 9. 11	0. 11. 1	0. 12.51	0. 14.41	0. 16.31
58	0. 1. 53	0. 3. 46	0. 5. 40	0. 7. 33	0. 9. 26	0. 11.19	0. 13.13	0. 15. 6	0. 16.59
59	0. 1. 56	0. 3. 53	0. 5. 49	0. 7. 46	0. 9. 42	0. 11.39	0. 13.35	0. 15.32	0. 17.28
60	0. 2. 0	0. 4. 0	0. 6. 0	0. 8. 0	0. 10. 0	0. 12. 0	0. 14. 0	0. 16. 0	0. 18.0
61	0. 2. 4	0. 4. 7	0. 6. 11	0. 8. 15	0. 10.19	0. 12.22	0. 14.26	0. 16 30	0. 18.33
62	0 2. 8	0. 4. 16	0. 6. 23	0. 8. 31	0. 10.39	0. 12.47	0. 14.55	0. 17. 2	0. 19.10
63	0. 2. 12	0. 4. 24	0. 6. 36	0. 8. 49	0. 11. 1	0. 13.13	0. 15.25	0. 17.37	0. 19.49
64	0. 2. 17	0. 4. 34	0. 6. 51	0. 9. 7	0. 11.24	0. 13. 41	0. 15.58	0. 18.15	0. 20.32
65	0. 2. 22	0. 4. 44	0. 7. 6	0. 9. 28	0. 11.50	0. 14.12	0. 16.34	0.18 55	0. 21.18
66	0. 2. 28	0. 4. 45	0. 7. 23	0. 9. 50	0. 12.18	0. 14.45	0. 17.12	0. 19.40	0. 22. 8
67	0. 2. 33	0. 5. 6	0. 7. 39	0. 10.12	0. 12.45	0. 15.18	0. 17. 51	0.20.24	0. 22.57
68	0. 2. 40	0. 5. 27	0. 8. 14	0. 11. 1	0. 13.48	0. 16.25	0.19.22	0. 22. 9	0. 23.56
69	0. 2. 47	0. 5. 34	0. 8. 21	0. 11. 8	0. 13.55	0. 16.42	0. 19.29	0.22.16	0. 25. 3
70	0. 2. 55	0. 5. 50	0. 8. 45	0. 11.40	0. 14.35	0. 17.30	0. 20.25	0.23.20	0. 26.13

TABULA

TABULA AD REDUCENDA MILLIARIA EST ET OUEST in gradus longitudinis.

Paral-lelus.	10.Mil. G.M.S.	20.Mil. G.M.S.	30. Mil. G.M S	40.Mil. G. M.S.	50. Mil. G. M.S.	60.Mil. G.M. S.	70.Mil. G.M. S.	80. Mil. G. M.S.	90. Mil. G.M.S.	100.Mil. G.M.
0	0. 10. 0	0. 20. 0	0. 30. 0	0. 40. 0	0. 50. 0	1. 0. 0	1. 10. 0	1. 20. 0	1. 30. 0	1. 40. 0
1	0. 10. 0	0. 20. 0	0. 30. 0	0. 40. 0	0. 50 0	1. 0. 1	1. 10. 1	1. 20. 1	1. 30. 0	1. 40. 1
2	0. 10. 1	0. 20. 1	0. 30. 1	0. 40. 1	0. 50 1	1. 0. 2	1. 10. 3	1. 20. 3	1. 30. 13	1. 40. 4
3	0. 10. 1	0. 20. 2	0. 30. 2	0. 40. 3	0. 50. 4	1. 0. 5	1. 10. 6	1. 20. 7	1. 30. 7	1. 40. 8
4	0. 10. 1	0. 20. 3	0. 30. 4	0. 40. 6	0. 50. 7	1. 0 9	1. 10. 10	1. 20. 12	1. 30. 13	1. 40. 14
5	0. 10. 2	0. 20. 5	0. 30. 7	0. 40. 9	0. 50. 11	1. 0. 14	1. 10. 16	1. 20. 18	1. 30. 21	1. 40 23
6	0. 10. 3	0. 20. 6	0. 30. 9	0. 40. 13	0. 50. 16	1. 0. 19	1. 10. 21	1. 20. 24	1. 30. 27	1. 40. 31
7	0. 10. 4	0. 20. 9	0. 30. 13	0. 40. 18	0. 50. 22	1. 0. 27	1. 10. 31	1. 20. 35	1. 30. 39	1. 40. 45
8	0. 10. 6	0. 20. 1	0. 30. 17	0. 40. 23	0. 50. 28	1. 0. 34	1. 10. 40	1. 20. 46	1. 30. 52	1. 40. 59
9	0. 10. 7	0. 20. 5	0. 30. 22	0. 40. 30	0. 50. 37	1. 0. 45	1. 10. 52	1. 20. 59	1. 31. 7	1. 41. 15
10	0. 10. 9	0. 20. 18	0. 30. 28	0. 40. 37	0. 50. 46	1. 0. 55	1. 11. 5	1. 21. 14	1. 31. 23	1. 41. 34
11	0. 10. 11	0. 20. 22	0. 30. 34	0. 40. 45	0. 50. 56	1. 1. 7	1. 11. 19	1. 21. 30	1. 31. 41	1. 41. 52
12	0. 10. 13	0. 20. 27	0. 30. 40	0. 40. 53	0. 51. 6	1. 1. 20	1. 11. 33	1. 21. 46	1. 31. 60	1. 42. 13
13	0. 10. 16	0. 20. 32	0. 30. 47	0. 41. 3	0. 51. 19	1. 1. 35	1. 11. 50	1. 22. 6	1. 32. 22	1. 42. 38
14	0. 10. 18	0. 20. 37	0. 30. 55	0. 41. 13	0. 51. 31	1. 1. 50	1. 12. 9	1. 22. 27	1. 32. 45	1. 43. 4
15	0. 10. 21	0. 20. 42	0. 31. 3	0. 41. 24	0. 51. 46	1. 2. 7	1. 12. 28	1. 22. 49	1. 33. 10	1. 43. 32
16	0. 10. 24	0. 20. 49	0. 31. 13	0. 41. 37	0. 52. 1	1. 2. 26	1. 12. 50	1. 23. 14	1. 33. 39	1. 44. 3
17	0. 10. 27	0. 20. 55	0. 31. 21	0. 41. 49	0. 52. 16	1. 2. 43	1. 13. 11	1. 23. 14	1. 34. 6	1. 44. 34
18	0. 10. 31	0. 21. 2	0. 31. 33	0. 42. 4	0. 52. 34	1. 3. 5	1. 13. 36	1. 23. 38	1. 34. 38	1. 45. 8
19	0. 10. 34	0. 21. 9	0. 31. 44	0. 42. 18	0. 52. 53	1. 3. 27	1. 14. 1	1. 24. 7	1. 35. 11	1. 45. 46
20	0. 10. 38	0. 21. 17	0. 31. 55	0. 42. 34	0. 53. 12	1. 3. 51	1. 14. 29	1. 25. 8	1. 35. 46	1. 46. 20
21	0. 10. 43	0. 21. 25	0. 32. 8	0. 42. 51	0. 53. 33	1. 4. 16	1. 14. 59	1. 25. 41	1. 36. 24	1. 47. 6
22	0. 10. 47	0. 21. 34	0. 32. 21	0. 43. 19	0. 53. 56	1. 4. 43	1. 15. 30	1. 26. 17	1. 37. 4	1. 47. 52
23	0. 10. 52	0. 21. 44	0. 32. 35	0. 43. 27	0. 54. 19	1. 5. 11	1. 16. 3	1. 26. 55	1. 37. 46	1. 48. 38
24	0. 10. 57	0. 21. 54	0. 32. 50	0. 43. 47	0. 54. 44	1. 5. 41	1. 16. 37	1. 27. 34	1. 38. 31	1. 49. 27
25	0. 11. 2	0. 22. 4	0. 33. 6	0. 44. 8	0. 55. 10	1. 6. 12	1. 17. 14	1. 28. 18	1. 39. 20	1. 50. 22
26	0. 11. 7	0. 22. 15	0. 33. 22	0. 44. 30	0. 55. 37	1. 6. 44	1. 17. 51	1. 28. 58	1. 40. 5	1. 51. 13
27	0. 11. 13	0. 22. 27	0. 33. 40	0. 44. 53	0. 56. 7	1. 7. 20	1. 18. 33	1. 29. 47	1. 41. 0	1. 52. 13
28	0. 11. 19	0. 22. 37	0. 33. 56	0. 45. 16	0. 56 35	1. 7. 55	1. 19. 14	1. 30. 34	1. 41. 53	1. 53. 15
29	0. 11. 26	0. 22. 52	0. 33. 18	0. 45. 44	0. 57. 10	1. 8. 36	1. 20. 2	1. 31. 28	1. 42. 54	1. 54. 20
30	0. 11. 33	0. 23. 6	0. 34. 38	0. 46. 11	0. 57. 44	1. 9. 17	1. 20. 49	1. 32. 23	1. 44. 55	1. 55. 28
31	0. 11. 40	0. 23. 19	0. 34. 58	0. 46. 38	0. 58. 18	1. 9. 58	1. 21. 37	1. 33. 18	1. 44. 57	1. 56. 38
32	0. 11. 47	0. 23. 35	0. 35. 22	0. 47. 10	0. 58. 57	1. 10 45	1. 22. 32	1. 34. 20	1. 46. 7	1. 57. 55
33	0. 11. 55	0. 23. 50	0. 35. 46	0. 47. 41	0. 59. 37	1. 11. 42	1. 23. 37	1. 35. 33	1. 47. 28	1. 59. 13
34	0. 12. 4	0. 24. 8	0. 36. 11	0. 48. 15	1. 0 19	1. 12. 23	1. 24. 26	1. 36. 31	1. 48. 34	2. 0. 38
35	0. 12. 12	0. 24. 27	0. 36. 37	0. 48. 50	1. 1. 2	1. 13. 14	1. 25. 26	1. 37. 38	1. 49. 50	2. 2. 5
36	0. 12. 22	0. 24. 45	0. 37. 5	0. 49. 27	1. 1. 48	1. 14. 10	1. 26. 32	1. 38. 53	1. 51. 15	2. 3. 36
37	0. 12 31	0. 25. 3	0. 37. 34	0. 50. 5	1. 2. 37	1. 13. 8	1. 27. 39	1. 40. 11	1. 52. 41	2. 5. 13
38	0. 12. 41	0. 25. 23	0. 38 4	0. 50 45	1. 3. 27	1. 16. 8	1. 28. 49	1. 41. 31	1. 54. 12	2. 6. 53
39	0. 12. 52	0. 25. 44	0. 38. 36	0. 51. 28	1. 4. 20	1. 17. 12	1. 30. 4	1. 42. 56	1. 55. 48	2. 8. 40
40	0. 13. 3	0. 26. 6	0. 39. 9	0. 52. 13	1. 5. 16	1. 18. 19	1. 31. 22	1. 44. 25	1. 57. 28	2. 10. 32
41	0. 13. 15	0. 26. 30	0. 39. 45	0. 53. 0	1. 6. 15	1. 19. 30	1. 32. 45	1. 46. 0	1. 59. 15	2. 12. 30
42	0. 13. 27	0. 26. 55	0. 40. 22	0. 53. 49	1. 7. 17	1. 20. 44	1. 34. 11	1. 47. 38	2. 1. 6	2. 14. 33
43	0. 13. 42	0. 27. 25	0. 41. 17	0. 54. 49	1. 8. 31	1. 22. 14	1. 35. 56	1. 49. 39	2. 3. 21	2. 17. 3
44	0. 13. 54	0. 27. 48	0. 41. 42	0. 55 37	1. 9. 30	1. 23. 25	1. 37 19	1. 51. 13	2. 5. 7	2. 19. 2
45	0. 14. 8	0. 28. 16	0. 42. 24	0. 56. 33	1. 10. 41	1. 24. 50	1. 38. 58	1. 53. 7	2. 7. 19	2. 21. 25
46	0. 14. 24	0. 28. 47	0. 43. 11	0. 57. 39	1. 11. 58	1. 26. 22	1. 40. 45	1. 55. 9	2. 10. 32	2. 23. 55
47	0. 14. 40	0. 29. 20	0. 43. 59	0. 58. 34	1. 13. 19	1. 27 59	1. 42. 38	1. 57. 18	2. 11. 58	2. 26. 38
48	0. 14. 57	0. 29. 53	0. 44. 50	0. 59. 47	1. 14. 43	1. 29. 40	1. 44. 36	1. 59. 33	2. 14. 30	2. 29. 27
49	0. 15. 14	0. 30. 29	0. 45. 33	0. 0. 57	1. 16. 11	1. 31 26	1. 46. 40	2. 1. 54	2. 17. 8	2. 32. 25
50	0. 15. 33	0. 31. 7	0. 46. 40	1. 2. 14	1. 17. 47	1. 33 21	1. 48. 54	2. 4. 28	2. 20. 1	2. 35. 35
51	0. 15. 53	0. 31. 47	0. 47. 40	1. 3. 33	1. 19. 27	1. 35. 20	1. 51. 13	2. 7. 7	2. 23. 0	2. 38. 53
52	0. 16. 14	0. 32. 29	0. 48. 43	1. 4. 58	1. 21. 12	1. 37. 27	1. 53. 41	2. 9. 55	2. 26. 9	2. 42. 20
53	0. 16. 37	0. 33. 14	0. 49. 51	1. 6. 28	1. 23. 5	1. 39. 42	1. 56. 19	2. 12. 56	2. 29. 33	2. 46. 15
54	0. 17. 1	0. 34. 2	0. 51. 2	1. 8. 3	1. 25. 4	1. 42. 5	1 59. 6	2. 16. 7	2. 33. 7	2. 50. 8
55	0. 17. 26	0. 34. 52	0. 52. 18	1. 9. 48	1. 27. 10	1. 44. 36	2. 2. 2	2. 19. 28	2. 36. 54	2. 54. 20
56	0. 17. 53	0. 35. 46	0. 53. 39	1. 11. 32	1. 29. 25	1. 47. 18	2. 5. 11	2. 23. 4	2. 41. 57	2. 58. 50
57	0. 18. 21	0. 36. 43	0. 55. 5	1. 13. 27	1. 31. 48	1. 50. 10	2. 8. 32	2. 26. 53	2. 45. 15	2. 3. 36
58	0. 18. 52	0. 37. 44	0. 56. 36	1. 15. 29	1. 34. 21	1. 53. 13	2. 12. 5	2. 30. 57	2. 49. 49	3. 8. 43
59	0. 19. 24	0. 38. 50	0. 58. 14	1. 17. 39	1. 37. 42	1. 56. 29	2. 15. 54	2 35. 19	2. 54. 43	3. 14. 8
60	0. 20. 0	0. 40. 0	1. 0. 0	1. 20. 0	1. 40. 0	2. 0. 0	2. 20. 0	2. 40. 0	3. 0. 0	3. 20. 0
61	0. 20. 37	0. 41. 15	1. 1. 52	1. 22. 30	1. 43. 7	2. 3. 45	2. 24. 22	2. 45. 40	3. 5. 37	3. 26. 15
62	0. 21. 18	0. 42. 36	1. 3. 54	1. 25. 12	1. 46. 30	2. 7. 48	2. 29. 6	2. 50. 24	3. 11. 42	3. 33. 0
63	0. 22. 12	0. 44. 3	1. 6. 5	1. 28. 7	1. 50. 8	2. 12. 10	2. 34. 12	2. 56. 13	3. 18. 15	3. 40. 16
64	0. 22. 48	0. 45. 37	1. 8. 16	1. 31. 15	1. 54. 3	2. 16. 52	2. 39. 41	3. 2. 29	3. 25. 18	3. 48. 6
65	0. 23. 40	0. 47. 9	1. 10. 49	1. 34. 29	1. 58. 8	2. 21. 47	2. 45. 27	3. 9. 6	3. 32 46	3. 56. 37
66	0 24. 35	0. 49. 10	1. 13. 45	1. 38. 21	1. 2. 56	2. 27. 21	2. 51. 56	3. 16. 31	3. 41. 7	4. 5. 41
67	0. 25. 35	0. 51. 10	1. 16. 45	1. 42. 20	1. 7. 55	2. 33. 30	2. 59. 5	3. 24. 40	3. 50. 15	4. 15. 50
68	0. 26. 42	0. 53. 24	1. 20. 6	1. 46. 48	1. 13. 30	2. 40. 12	2. 6. 54	3. 33. 36	4. 0. 18	4. 27. 0
69	0. 27. 54	0. 55. 45	1. 23. 42	1. 51. 36	1. 19. 30	2. 47. 14	2. 15. 18	3. 43. 12	4. 11. 16	4. 39. 30
70	0. 29. 14	0. 59. 28	1. 27. 42	1. 56. 56	1. 26. 10	2. 55. 24	2. 24. 38	3. 53. 52	4. 23. 6	4. 52. 20

Digitized by Google

TABULA AD REDUCENDA MILLIARIA EST ET OUEST in gradus longitudinis.

Paral-lelus.	200.Mil. G. M. S.	300.Mil. G. M. S.	400.Mil. G. M. S.	500.Mil. G. M. S.	600.Mil. G. M. S.	700.Mil. G. M. S.	800.Mil. G. M. S.	900.Mil. G. M. S.	1000.Mil. G. M. S.
0	3. 20. 0	5. 0. 0	6. 40. 0	8. 20. 0	10. 0. 0	11. 40. 0	13. 20. 0	15. 0. 0	16. 40. 0
1	3. 20. 2	5. 0. 3	6. 40. 4	8. 20. 4	10. 0. 5	11. 40. 6	13. 20. 7	15. 0. 9	16. 40. 10
2	3. 20. 7	5. 0. 11	6. 40. 14	8. 20. 18	10. 0. 22	11. 40. 26	13. 20. 30	15. 0. 34	16. 40. 38
3	3. 20. 17	5. 0. 25	6. 40. 33	8. 20. 45	10. 0. 53	11. 41. 0	13. 21. 8	15. 1. 17	16. 41. 25
4	3. 20. 29	5. 0. 44	6. 40. 59	8. 20. 13	10. 1. 27	11. 41. 41	13. 21. 55	15. 2. 19	16. 42. 23
5	3. 20. 46	5. 1. 9	6. 41. 32	8. 21. 55	10. 2. 18	11. 42. 41	13. 23. 4	15. 3. 27	16. 43. 48
6	3. 21. 3	5. 1. 35	6. 42. 7	8. 22. 39	10. 3. 11	11. 43. 43	13. 24. 15	15. 4. 47	16. 45. 18
7	3. 21. 30	5. 2. 15	6. 43. 0	8. 23. 45	10. 4. 30	11. 45. 15	13. 26. 0	15. 6. 45	16. 47. 30
8	3. 21. 58	5. 2. 57	6. 43. 56	8. 24. 55	10. 5. 54	11. 46. 53	13. 27. 52	15. 8. 51	16. 49. 50
9	3. 22. 29	5. 3. 44	6. 44. 59	8. 26. 14	10. 7. 29	11. 48. 44	13. 29. 59	15. 11. 14	16. 52. 27
10	3. 23. 6	5. 4. 39	6. 46. 12	8. 27. 45	10. 9. 18	11. 50. 51	13. 32. 24	15. 13. 57	16. 55. 37
11	3. 23. 44	5. 5. 36	6. 47. 28	8. 29. 20	10. 11. 12	11. 53. 4	13. 34. 56	15. 16. 48	16. 58. 42
12	3. 24. 26	5. 6. 49	6. 49. 2	8. 31. 15	10. 13. 28	11. 55. 41	13. 37. 54	15. 20. 7	17. 2. 10
13	3. 25. 16	5. 7. 54	6. 50. 32	8. 33. 10	10. 15. 48	11. 57. 26	13. 40. 4	15. 22. 42	17. 4. 18
14	3. 26. 8	5. 9. 12	6. 52. 16	8. 35. 20	10. 18. 24	12. 1. 28	13. 44. 32	15. 27. 36	17. 10. 36
15	3. 27. 4	5. 10. 36	6. 54. 8	8. 37. 40	10. 21. 12	12. 4. 44	13. 48. 16	15. 31. 48	17. 15. 17
16	3. 28. 6	5. 12. 9	6. 56. 12	8. 40. 15	10. 24. 18	12. 8. 21	13. 52. 24	15. 36. 27	17. 20. 31
17	3. 29. 8	5. 13. 42	6. 58. 26	8. 43. 0	10. 27. 34	12. 12. 8	13. 56. 42	15. 41. 16	17. 25. 41
18	3. 30. 18	5. 15. 27	7. 0. 36	8. 45. 45	10. 30. 56	12. 16. 5	14. 1. 14	15. 46. 23	17. 31. 27
19	3. 31. 32	5. 17. 18	7. 3. 4	8. 48. 50	10. 34. 36	12. 20. 22	14. 6. 8	15. 51. 5	17. 37. 37
20	3. 32. 40	5. 19. 0	7. 5. 20	8. 51. 40	10. 38. 0	12. 24. 20	14. 10. 40	15. 57. 0	17. 43. 20
21	3. 34. 12	5. 21. 18	7. 8. 24	8. 55. 30	10. 42. 36	12. 29. 42	14. 16. 48	16. 3. 54	17. 50. 0
22	3. 35. 44	5. 23. 36	7. 11. 28	8. 59. 20	10. 47. 12	12. 35. 4	14. 22. 56	16. 10. 48	17. 58. 31
23	3. 37. 16	5. 27. 54	7. 16. 32	9. 5. 10	10. 53. 48	12. 42. 26	14. 31. 4	16. 19. 42	18. 8. 20
24	3. 38. 54	5. 28. 21	7. 17. 48	9. 7. 15	10. 56. 42	12. 46. 9	14. 35. 36	16. 35. 30	18. 14. 30
25	3. 40. 44	5. 31. 6	7. 21. 28	9. 11. 50	11. 2. 12	12. 52. 34	14. 42. 56	16. 33. 18	18. 23. 40
26	3. 42. 26	5. 33. 39	7. 24. 52	9. 16. 5	11. 7. 18	12. 58. 38	14. 49. 44	16. 40. 57	18. 32. 10
27	3. 44. 26	5. 36. 39	7. 28. 52	9. 21. 5	11. 13. 18	13. 5. 31	14. 57. 44	16. 49. 57	18. 42. 13
28	3. 46. 30	5. 39. 45	7. 33. 0	9. 26. 15	11. 19. 30	13. 12. 45	15. 6. 0	16. 59. 15	18. 52. 30
29	3. 48. 40	5. 43. 0	7. 37. 20	9. 31. 40	11. 26. 0	13. 20. 20	15. 14. 40	17. 9. 0	19. 3. 20
30	3. 50. 56	5. 45. 24	7. 41. 52	9. 37. 20	11. 32. 48	13. 28. 16	15. 23. 44	17. 19. 12	19. 14. 43
31	3. 53. 16	5. 49. 54	7. 45. 32	9. 42. 10	11. 38. 48	13. 35. 26	15. 32. 4	17. 29. 42	19. 26. 23
32	3. 55. 50	5. 53. 45	7. 51. 40	9. 49. 35	11. 47. 20	13. 45. 15	15. 43. 10	17. 41. 5	19. 39. 10
33	3. 58. 26	5. 57. 39	7. 56. 52	9. 56. 5	11. 55. 18	13. 54. 31	15. 53. 44	17. 52. 57	19. 52. 13
34	4. 1. 16	6. 1. 54	8. 2. 32	10. 3. 10	12. 3. 48	14. 4. 26	16. 5. 4	18. 5. 42	20. 6. 23
35	4. 4. 10	6. 6. 15	8. 8. 20	10. 10. 25	12. 12. 30	14. 14. 35	16. 16. 40	18. 18. 45	20. 20. 50
36	4. 7. 14	6. 10. 51	8. 14. 28	10. 18. 5	12. 21. 42	14. 25. 19	16. 28. 56	18. 32. 33	20. 36. 10
37	4. 10. 26	6. 15. 39	8. 20. 52	10. 26. 5	12. 31. 18	14. 36. 51	16. 41. 44	18. 46. 57	20. 53. 53
38	4. 13 46	6. 20. 39	8. 27. 32	10. 34. 25	12. 41. 18	14. 48 11	16. 55. 4	19. 1. 57	21. 8. 30
39	4. 17. 20	6. 26. 0	8. 34. 40	10. 43. 20	12. 52. 0	15. 0. 40	17. 9. 20	19. 8. 0	21. 26. 40
40	4. 21. 4	6. 31. 36	8. 42. 8	10 52. 40	13. 3. 12	15. 13 44	17. 24. 16	19. 34. 48	21. 45. 26
41	4. 25. 0	6. 37. 30	8. 50. 0	11. 2. 30	13. 15. 0	15. 27. 30	17. 40. 0	19. 52. 30	22. 5. 0
42	4. 29. 8	6. 43. 42	8. 58. 16	11. 12. 50	13. 27. 24	15. 41. 58	17. 56. 22	20. 10. 56	22. 25. 30
43	4. 34. 6	6. 51. 9	9. 8. 12	11. 25. 15	13. 42. 18	15. 59. 21	18. 16. 24	20. 33 27	22. 50. 13
44	4. 38. 4	6. 57. 6	9. 16. 8	11. 35. 10	13. 54. 12	16. 13. 14	18. 32. 16	20. 51. 18	23. 10. 20
45	4. 42. 50	7. 4. 15	9. 25. 40	11. 47. 5	14. 8. 30	16. 29. 55	18. 51. 20	21. 12. 45	23. 34. 10
46	4. 47. 52	7. 11. 48	9. 35. 44	11. 59. 40	14. 23. 36	16. 47. 32	19. 11. 28	21. 35. 24	23. 59. 10
47	4. 53. 16	7. 19. 54	9. 46. 32	12. 13. 10	14. 39. 48	17. 6. 26	19. 33. 4	21. 59. 42	24. 26. 10
48	4. 58. 54	7. 28. 21	9. 57. 48	12. 27. 15	14. 56. 42	17. 26. 9	19. 55. 36	22. 25. 3	24. 54. 26
49	5. 4. 50	7. 37. 15	10. 9. 40	12. 42. 5	14. 14. 30	17. 46. 55	20. 19. 20	22. 51. 45	25. 24. 10
50	5. 11. 10	7. 46. 55	10. 28. 20	12. 57. 55	15. 33. 20	18. 8 55	20. 44. 30	23. 20. 5	25. 55. 50
51	5. 17. 46	7. 56. 39	10. 35. 22	13. 14. 15	15. 53. 8	18. 32. 1	21. 10. 54	23. 49. 47	26. 28 53
52	5. 24. 50	8. 7. 15	10. 49. 40	13. 32. 5	16. 14. 50	18 57. 15	21. 39. 30	24. 21. 55	27. 4. 20
53	5. 32. 20	8. 18. 30	11. 4. 40	13. 50. 50	16. 37. 0	19. 23. 10	22. 9. 20	24. 55. 30	27. 41. 40
54	5. 40. 16	8. 30. 24	11. 20. 32	14. 10. 40	17. 0. 48	19. 50. 56	22. 41. 4	25. 31. 12	28. 21. 20
55	5. 48. 40	8. 43. 30	11. 37 20	14. 31. 55	17. 26. 0	20. 20. 20	23. 14. 40	26. 9. 0	29. 3. 20
56	5. 57. 40	8. 56. 30	11. 55. 20	14. 54. 15	17. 53. 0	20. 51. 50	23 50. 40	26. 49. 30	29. 48. 20
57	6. 7. 14	9. 10. 91	12. 14. 28	15. 18. 5	18. 21. 42	21. 25. 19	24. 28. 56	27. 32. 23	30. 36. 0
58	6. 17. 26	9. 26. 9	12. 34. 52	15. 43. 35	18. 52. 18	22. 1. 1	25. 9. 44	28. 18. 27	31. 27. 10
59	6. 28. 16	9. 42. 25	12. 56. 33	16. 10. 40	19. 24. 50	22. 38. 58	25. 53. 6	29. 7. 15	32. 21. 23
60	6. 40. 0	10. 0. 0	13. 20. 0	16. 40. 0	20. 0 0	23. 20. 0	26. 40. 0	30. 0. 0	33. 20. 0
61	6. 52. 30	10. 18. 45	13. 45. 0	17. 11. 15	20. 37. 30	24. 3. 45	27. 30. 0	30. 56. 15	34. 22. 30
62	7. 6. 0	10. 39. 0	14. 12. 0	17. 45. 0	21. 18. 0	24. 51. 0	28. 24. 0	31. 57. 0	35. 30. 0
63	7. 20. 32	11. 0. 48	14. 41. 4	18. 21. 20	22. 1. 36	25. 41. 52	29. 29. 8	33. 2. 24	36. 42. 40
64	7. 36. 12	11. 24. 18	15. 12. 24	19. 0. 30	22. 48. 36	26. 36 42	30. 24. 48	34 12. 54	38. 6. 0
65	7. 53. 13	11. 49. 48	15. 46. 24	19. 43. 0	23. 39. 36	27. 36. 12	31. 32. 56	35. 29. 24	39. 26. 0
66	8. 11. 22	12. 17. 3	16. 22. 44	20. 28. 25	24. 34. 6	28. 39. 47	32. 45. 28	36. 51. 9	40. 56. 50
67	8. 31. 40	12. 47. 30	17. 3. 20	21. 19. 10	25. 35. 0	29. 50. 50	34. 6. 40	38. 22. 30	42. 38. 20
68	8. 54. 0	13. 21. 0	17. 48. 0	22. 15. 0	26. 42. 0	31. 9. 0	35. 36. 0	40. 3. 0	44. 30. 0
69	9. 18. 0	13. 57. 0	18. 36. 0	23. 15. 0	27. 54. 0	32. 33. 0	37. 12. 0	41. 51. 0	46. 30. 0
70	9. 44. 40	14. 37. 0	19. 29. 20	24. 21. 0	29. 14. 0	34. 6. 24	38. 57. 40	43. 51. 0	48. 43. 20

Digitized by Google

TAB. *Loxodromicæ in terreſtria milliaria digeſtæ cum differentia longitudinum & latitudinum.*

Latit. Gradus Minut.	Rum.5. Long. G.Min.	Gr. 11. 15.Iter. Mill.	Rum.2. Long. G.Min.	Gr. 22. 30.Iter. Mill.	Rum.3. Long. G.Min	Gr. 33. 45.Iter Mill.	Rum.4. Long. G.Min.	G.45. Iter. Mill.	Rum.5 Long. G.Min	G. 56. 15.Iter. Mill.	Rum.6 Long. Mill.	G.67.M. 30. Iter. Milliar.I	Rum.7 Long. G.Mjn.	Gr.78. 45.Iter Mill.
0. 0	0. 0	0	0. 0	0	0. 0	0	0. 0	0	0. 0	0	0. 0	0	0. 0	0
10	0. 2	10	0. 4	11	0. 7	12	0. 10	14	0. 15	18	0. 24	26	0. 51	51
20	0. 4	20	0. 8	22	0. 13	25	0. 20	28	0. 30	36	0. 48	52	1. 38	103
30	0. 6	31	0.12	32	0.20	36	0. 30	42	0. 45	54	1.12	78	2. 29	154
40	0. 8	41	0. 16	43	0.27	48	0. 40	57	1. 0	72	1. 36	105	3. 20	205
50	0.10	51	0. 20	54	0 33	60	0. 50	71	1. 15	90	2. 0	131	4. 11	256
1. 0	0. 12	61	0. 24	65	0.40	72	1. 0	85	1. 30	108	2. 24	157	5. 2	308
10	0. 14	71	0. 29	76	0.47	84	1. 10	99	1. 45	126	2. 49	183	5. 53	359
20	0. 16	82	0. 33	87	0.53	96	1. 20	113	2. 0	144	3. 12	209	6. 44	410
30	0. 18	92	0. 37	197	1. 0	100	1. 30	127	2. 15	162	3. 38	235	7. 35	461
40	0. 20	102	0. 41	108	1. 7	110	1. 40	141	2. 30	180	4. 2	261	8. 22	513
50	0. 22	112	0. 45	119	1.13	122	1. 50	156	2. 45	198	4. 26	287	9. 13	564
2. 0	0. 24	122	0. 49	130	1.20	144	2. 0	170	3. 0	216	4. 50	314	10. 4	615
10	0. 26	133	0. 53	141	1.27	156	2. 10	184	3. 15	234	5. 14	340	10.55	666
20	0. 28	143	0. 57	152	1.33	168	2. 20	198	3. 30	252	5. 38	366	11.42	718
30	0. 30	153	1. 2	162	1.40	180	2. 30	212	3. 45	270	6. 2	392	12. 33	769
40	0. 32	163	1. 6	173	1.47	192	2. 40	226	4. 0	288	6. 25	418	13.24	820
50	0. 34	173	1.10	184	1. 53	204	2. 50	240	4. 15	309	6. 50	444	14.16	871
3. 0	0. 36	184	1. 15	194	2. 0	216	3. 0	255	4. 30	324	7. 14	470	15. 7	923
10	0. 38	194	1. 19	206	2. 7	229	3. 10	269	4. 45	342	7. 38	496	15.54	974
20	0. 40	204	1. 23	216	2.13	241	3. 20	283	5. 0	360	8. 2	523	16.49	1025
30	0. 42	214	1. 27	227	2.20	253	3. 30	297	5. 15	378	8. 26	549	17.36	1076
40	0. 44	224	1. 32	238	2.27	265	3. 40	311	5. 30	396	8. 52	575	18.27	1128
50	0. 46	234	1. 36	249	2. 33	277	3. 50	325	5. 45	414	9. 15	601	19.18	1179
4. 0	0. 48	245	1. 39	260	2. 40	289	4. 0	339	6. 0	432	9. 39	627	20. 9	1230
10	0. 50	255	1. 44	271	2. 47	301	4. 10	344	6. 15	450	10. 4	653	21. 0	1281
20	0. 52	265	1. 48	281	2. 54	313	4. 20	358	6. 30	468	10.29	679	21.48	1333
30	0. 54	275	1. 52	292	3. 1	325	4. 30	372	6. 45	486	10.53	706	22.39	1384
40	0. 56	285	1. 56	303	3. 7	337	4. 40	386	7. 0	504	11.17	732	26.30	1435
50	0. 58	296	2. 0	314	3.14	349	4. 50	390	7. 15	522	11.40	758	24.21	1487
5. 0	1. 0	306	2. 4	325	3.20	361	5. 0	424	7. 30	540	12. 5	784	25. 8	1538
10	1. 2	316	2. 8	336	3. 27	373	5. 10	438	7. 45	558	12.29	810	26. 3	1589
20	1. 4	326	2. 12	346	3. 34	385	5. 20	453	8. 0	576	12.53	836	26.51	1440
30	1. 6	336	2. 16	357	3. 40	397	5. 30	467	8. 15	594	13.17	862	27.42	1492
40	1. 8	347	2.20	368	3. 47	409	5. 40	481	8. 30	612	13.42	888	28.33	1543
50	1. 10	357	2.24	378	3. 54	421	5. 50	495	8. 45	630	14. 6	915	29.25	1594
6. 0	1. 12	367	2. 28	390	4. 1	433	6. 0	509	9. 0	648	14.30	941	30.14	1845
10	1. 14	377	2. 33	401	4. 7	445	6. 10	523	9. 15	666	14.55	969	31. 3	1897
20	1. 16	387	2. 37	411	4. 14	457	6. 20	537	9. 30	684	15.19	993	31.54	1948
30	1. 18	398	2. 41	422	4.21	469	6. 30	552	9. 45	702	15.44	1019	32.46	1999
40	1. 20	408	2. 45	433	4. 27	481	6. 40	536	10. 0	720	16. 8	1045	33.37	2050
50	1. 22	418	2. 50	443	4. 34	493	6. 50	580	10.15	738	16.33	1071	34.25	2102
7. 0	1. 24	428	2. 54	455	4. 41	505	7. 0	594	10.30	756	16.57	1098	35.18	2153
10	1. 26	438	2.58	465	4.47	517	7. 11	608	10.45	774	17.21	1124	36. 7	2204
20	1.28	449	3. 2	476	4.54	529	7. 20	622	11. 0	792	17.45	1150	37. 0	2255
30	1. 30	459	3. 6	487	5. 1	541	7. 31	636	11.16	810	18.10	1176	38. 0	2307
40	1. 32	469	3. 11	498	5. 8	553	7. 41	651	11 32	828	18.34	1202	38.42	2368
50	1. 34	479	3. 15	509	5.14	565	7. 51	665	11.46	846	18.58	1228	39.29	2409
8. 0	1. 36	480	3. 19	520	5.21	577	8. 2	679	12. 1	864	19 22	1254	40.21	2460
10	1.38	500	3. 24	530	5.28	589	8. 12	693	12.16	882	19.47	1280	40.12	2512
20	1. 40	510	3. 28	541	5. 35	601	8. 22	707	12.31	900	20.11	1307	42. 4	2563
30	1.42	520	3. 32	552	5. 41	613	8. 32	721	12.47	918	20.35	1333	42.51	2614
40	1. 44	530	3. 36	563	5. 48	625	8. 42	735	13. 2	936	21. 0	1359	43.43	2665
50	1. 46	540	3. 40	574	5. 55	637	8. 52	749	13.17	954	21.24	1385	44.34	2717
9. 0	1. 48	558	3. 44	584	6. 2	649	9. 1	764	13.32	972	21.50	1411	45.26	2768
10	1. 50	561	3. 49	595	6. 8	661	9. 12	778	13.47	990	22.14	1437	46.18	2819
20	1. 52	571	3. 53	606	6. 15	673	9. 22	792	14. 2	1008	22.39	1463	47. 9	2870
30	1. 54	581	3. 57	617	6. 22	686	9. 33	806	14.16	1026	23. 3	1489	47.57	2922
40	1. 56	591	4. 1	628	6.29	698	9. 42	820	14.32	1044	23.27	1516	48.40	2973
50	1. 58	602	4. 5	638	6. 35	709	9. 52	834	14.48	1062	23.52	1542	49.41	3024
10. 0	2. 0	612	4. 10	649	6.42	722	10. 3	849	15. 3	1080	24.16	1568	50.32	3075
10	2. 2	622	4. 14	660	6.49	734	10.13	863	15.17	1098	24.41	1594	51.24	3127
20	2. 4	632	4. 18	671	6.56	746	10.23	877	15.33	1116	25. 5	1620	52.16	3178
30	2. 6	642	4. 22	682	7. 1	758	10.33	891	15.47	1134	25.30	1646	52. 4	3229
40	2. 8	653	4. 26	693	7. 9	770	10.44	905	16. 3	1152	25.54	1662	53.56	3271
50	2. 10	663	4. 30	704	7.16	782	10.54	919	16.18	1170	26.18	1689	54.48	2322
11. 0	2. 12	673	4. 34	714	7. 23	794	11. 4	933	16.34	1188	26.43	1725	55. 36	3373
10	2. 14	683	4. 38	725	7. 30	806	11.14	948	16.49	1206	27. 8	1751	56.28	3424
20	2. 16	693	4. 42	732	7. 36	818	11.24	956	17. 5	1224	27.32	1777	57.20	3476
30	2. 18	704	4. 48	747	7. 44	830	11.34	966	17.19	1242	27.58	1803	58.12	3527
40	2. 20	714	4. 54	758	7. 51	842	11.44	980	11.35	1260	28.22	1829	59.41	3578
50	2. 22	724	4. 50	768	7. 58	854	11.55	994	17.50	1278	28.47	1855	59.56	3636

Digitized by Google

TAB. *Loxodromicæ in terreſtria milliaria digeſtæ, cum differentia longitudinum, & latitudinum.*

Latit. Gradus Minut.	Rum.1. Long. G.Min.	Gr. 11. 15.Iter. Milliar	Rum.2. Long. G.Min.	Gr. 22. 30.Iter. Mill.	Rum.3. Longit. G.Min.	Gr. 33. 45.Iter Milliar	Rum.4. Longit. G.Min.	Gr. 45. Iter. Mill.	Rum.5. Longit. G.Min.	Gr.56. 15.Iter Mill.	Rum.6. Longit. G.Min.	G. 67. 30.Iter. Milliar	Rum.7. Longit. G.Min.	Gr. 78. 45.Iter Milliar
12. 0	2. 24	734	5. 2	779	8. 4	866	12. 5	1018	18. 5	1296	29.12	1881	60.48	3691
10	2. 26	744	5. 5	790	8. 11	878	12.15	1032	18.20	1314	29.36	1908	61.36	3742
20	2. 28	755	5. 9	801	8. 18	890	12. 26	1047	18.36	1332	30. 0	1934	62.28	3793
30	2. 30	765	5. 13	812	8. 25	902	12. 35	1061	18.51	1350	30.25	1960	63.20	3844
40	2. 32	775	5. 17	823	8. 32	914	12. 46	1075	19. 7	1368	30.50	1986	64.12	3896
50	2. 34	785	5. 21	833	8. 39	926	12. 56	1089	19.22	1386	31. 15	2012	65. 5	3947
13. 0	2. 36	795	5. 26	844	8. 46	938	13. 6	1103	19.38	1404	31. 39	2038	65.55	3998
10	2. 38	705	5. 30	855	8. 52	950	13. 17	1117	19. 52	1422	32. 4	2064	66.66	4049
20	2. 40	816	5. 34	866	8. 59	962	13. 28	1131	20. 3	1440	32.29	2090	67.38	4101
30	2. 43	826	5. 38	877	9. 6	974	13. 38	1146	20.34	1458	32.53	2117	68.30	4152
40	2. 45	836	5. 43	887	9. 14	986	13. 48	1160	20.39	1476	33.18	2143	69.23	4203
50	2. 47	846	5. 47	898	9. 21	998	13. 58	1174	20.54	1494	33.43	2169	70.15	4252
14. 0	2. 49	856	5. 51	909	9. 28	1010	14. 8	1188	21.10	1512	34. 10	2195	71. 8	4306
10	2. 51	867	5. 55	920	9. 34	1022	14. 18	1202	21.25	1530	34. 34	2221	71.57	4357
20	2. 53	877	5. 0	931	9. 41	1034	14. 29	1216	21.40	1548	34.59	2247	72.49	4408
30	2. 55	887	6. 4	942	9. 47	1046	14. 30	1230	21.55	1566	35.24	2273	73. 42	4459
40	2. 57	897	6. 8	952	9. 54	1058	14. 49	1244	22.11	1584	35. 49	2300	74.34	4511
50	2. 59	907	6. 13	963	10. 1	1070	14. 59	1259	22.26	1592	36. 13	2326	75.23	4562
15. 0	3. 1	918	6. 17	974	10. 8	1082	15. 10	1272	22.43	1620	36.38	2352	76. 16	4613
10	3. 3	928	6. 21	985	10. 15	1094	15. 21	1281	22 57	1638	37. 3	2378	77. 9	4664
20	3. 6	938	6. 26	996	10. 22	1106	15. 31	1301	23.14	1656	37.28	2404	78. 2	4716
30	3. 8	948	6. 30	1007	10. 30	1118	15.41	1315	23.28	1674	37. 52	2430	78. 55	4767
40	3. 10	958	6. 34	1017	10. 37	1131	15. 51	1329	23.44	1692	38. 18	2456	79.47	4818
50	3. 12	969	6. 39	1028	10. 44	1143	16. 1	1343	24. 4	1710	38.42	2482	80.38	4870
16. 0	3. 14	979	6. 43	1039	10. 50	1155	16. 12	1358	24.16	1728	39. 8	2509	81.29	4921
10	3. 16	989	6. 47	1050	10. 56	1167	16. 23	1372	24.31	1746	39.35	2535	82.28	4972
20	3. 18	999	6. 51	1061	11. 3	1179	16. 33	1386	24.47	1764	39. 58	2561	83.16	5023
30	3. 20	1009	6. 55	1072	11. 10	1191	16.44	1400	25. 2	1782	40.25	2587	84. 9	5075
40	3. 22	1029	6. 59	1082	11. 17	1203	16. 55	1414	25.18	1800	40.50	2613	84 58	5126
50	3. 24	1039	7. 4	1093	11. 24	1215	17. 5	1428	25.34	1818	41. 15	2639	85.55	5177
17. 0	3. 26	1040	7. 9	1104	11. 31	1227	17. 15	1442	25.49	1836	41. 40	2665	86.44	5228
10	3. 28	1050	7. 13	1115	11. 39	1239	17. 25	1457	26. 5	1854	42. 5	2691	87.38	5280
20	3. 30	1060	7. 17	1126	11. 46	1251	17. 39	1471	26.21	1872	42.30	2718	88.31	5331
30	3. 32	1070	7. 21	1136	11. 53	1263	17. 47	1485	26.36	1890	42.56	2744	89.25	5382
40	3. 34	1081	7. 26	1147	12. 0	1275	17. 57	1499	26.52	1908	43. 21	2770	90.18	5433
50	3. 30	1001	7. 30	1158	12. 9	1287	18. 8	1413	27. 8	1926	43.46	2796	91. 7	5485
18. 0	3. 38	1101	7. 34	1169	12.14	1290	18. 19	1527	27.24	1944	44. 11	2822	92. 1	5536
10	3. 40	1111	7. 40	1180	12. 21	1318	18. 29	1541	27.39	1962	44 37	2848	92.55	5587
20	3. 42	1122	7. 44	1191	12. 28	1323	18. 39	1556	27.55	1980	44. 2	2874	93.44	5638
30	3. 44	1132	7. 48	1201	12. 35	1330	18. 49	1570	28.11	1998	45.27	2901	94.40	5690
40	3. 46	1142	7. 52	1212	12.42	1345	19. 0	1584	28.27	2016	45.55	2927	95.32	5741
50	3. 49	1152	7. 57	1223	12.49	1359	19. 10	1598	28.4.	2034	46.18	2953	95.56	5792
19. 0	3. 51	1162	8. 1	1234	12. 56	1370	19. 21	1612	28.58	2052	46.45	2975	97.29	5843
10	3. 53	1173	8. 5	1245	13. 3	1380	19. 31	1626	29.14	2070	47.11	3005	98.14	5895
20	3. 55	1183	8. 10	1256	13. 11	1391	19. 42	1640	29.30	2088	47. 36	3031	99. 4	5946
30	3. 57	1193	8. 44	1266	13. 18	1407	19. 53	1655	29.46	2106	48. 2	3057	99.58	5997
40	3. 59	1203	8. 19	1277	13. 20	1419	20. 4	1669	30. 2	2124	48.27	3083	100.52	6048
50	4. 1	1213	8. 23	1288	13. 32	1430	20.14	1683	30.18	2142	48. 53	3110	101.46	6100
20. 0	4. 4	1224	8. 28	1299	13. 39	1442	20.25	1697	30. 34	2160	49.18	3136	102.40	6151
10	4. 7	1234	8. 32	1310	13. 46	1455	20. 35	1711	30. 50	2178	49.44	3162	103.30	6202
20	4. 9	1244	8. 36	1321	13. 53	1467	20. 46	1725	31. 6	2196	50. 9	3188	104.25	6254
30	4. 11	1254	8. 41	1331	14. 2	1479	20. 57	1739	31.21	2214	50.35	3216	105.19	6305
40	4. 13	1264	8. 45	1342	14. 8	1491	21. 7	1744	31.37	2232	51. 1	3230	106.14	6356
50	4. 15	1274	8. 49	1353	14. 19	1502	21. 18	1758	31. 53	2250	51. 26	3266	107. 8	6407
21. 0	4. 17	1285	8. 54	1364	14.22	1510	21. 28	1782	32. 9	2268	51. 52	3292	108. 3	6458
10	4. 19	1295	8. 59	1375	14. 29	1527	21. 39	1796	32.25	2286	52.20	3319	108.53	6510
20	4. 21	1305	9. 3	1385	14. 36	1539	21. 50	1811	32.42	2304	52.43	3345	109.48	6561
30	4. 23	1315	9. 7	1396	14. 44	1551	22. 1	1825	32.57	2322	53.11	3371	110.43	6612
40	4. 25	1325	9. 12	1407	14. 51	1563	22. 12	1839	33.14	2340	53. 37	3397	111.38	6664
50	4. 27	1336	9. 16	1418	14. 58	1575	22.22	1854	33. 30	2358	54. 3	3423	112.32	6715
22. 0	4. 29	1346	9. 20	1429	15. 5	1588	22. 33	1867	33.46	2376	54.29	3449	113.25	6746
10	4. 31	1356	9. 25	1440	15. 12	1600	22. 44	1871	34. 2	2394	54. 55	3475	114.20	6797
20	4. 33	1366	9. 30	1450	15. 19	1612	22. 55	1885	34.18	2412	55.21	3502	115.13	6849
30	4. 35	1376	9. 34	1461	15. 26	1624	23. 6	1899	34. 35	2430	55.47	3528	116 9	6900
40	4. 37	1387	9. 38	1472	15. 33	1636	23. 17	1903	34. 51	2448	56.13	3554	117. 4	6951
50	4. 40	1397	9. 43	1583	15.41	1648	23. 28	1917	35. 7	2466	56.39	3580	117 59	6102
23. 0	4. 42	1407	9. 48	1494	15.48	1660	23. 39	1952	35.23	2484	57. 5	3606	118.50	7075
10	4. 44	1417	9. 52	1505	15. 55	1672	23. 49	1966	35.40	2502	57. 31	3632	119.45	7126
20	4. 46	1427	9. 57	1515	16. 3	1684	24. 0	1980	35.56	2520	57. 57	3658	120.41	7177
30	4. 48	1438	10 2	1526	16. 10	1696	24. 11	1993	36.12	2538	58.23	3684	121.37	7228
40	4. 50	1448	10. 7	1537	16. 17	1708	24.22	2008	36.28	2556	58.52	3711	122.32	7280
50	4. 52	1458	10. 11	1548	16. 24	1720	24. 33	2022	36.45	2574	59.18	3736	123.24	7331

TAB.

Digitized by Google

TAB. *Loxodromicæ in terrestria milliaria digestæ cum differentia longitudinum & latitudinum.*

Latit. Gradus Minut.	Rum.1. Long. G.Min.	Gr. 11. 15.Iter Milliar	Rum.2 Long. G.Min.	G. 22. 30. Iter Mill.	Rum.3. Long. G.Min.	Gr. 33. 45.Iter G.Mil.	Rum.4. Long. G.Min.	Gr.45. Iter. Mill.	Rum.5. Long. G.Min.	Gr. 56. 15.Iter Mill.	Rum.6 Long. G.Min.	G.67.M. 30. Iter. Milliar.	Rum. 7. Longit. Gr.Min.	Gr. 78. 45.Iter. Mill.
24. 0	4. 55	1468	10.15	1559	16. 31	1732	24.44	2036	37. 1	2592	59.44	3763	124.24	7381
10	4. 57	1478	10.19	1570	16. 39	1744	24.55	2041	37.17	2610	60.11	3789	125 15	7432
20	4. 59	1489	10.24	1580	16.46	1756	25. 6	2055	37.34	2628	60.37	3815	126.11	7484
30	5. 2	1499	10.29	1591	16.53	1768	25.17	2069	37.50	2646	61. 3	3841	127. 7	7535
40	5. 4	1509	10.33	1602	17. 1	1780	25.28	2083	38. 7	2664	61.30	3867	128. 0	7586
50	5. 6	1519	10.37	1613	17. 8	1792	25.32	2097	38.22	2682	61. 56	3894	128.57	7537
25. 0	5. 8	1530	10.42	1624	17.16	1804	25.50	2111	38.40	2700	62.22	3920	129.52	7689
10	5. 10	1540	10.56	1634	17. 23	1816	26. 1	2135	38.56	2718	62.49	3946	130.48	7740
20	5. 12	1550	10.51	1645	17. 30	1828	26.12	2150	39.13	2736	63.15	3972	131.44	7791
30	5. 14	1560	10.56	1656	17. 38	1840	26.23	2164	39.29	2754	63.42	3998	132.56	7842
40	5. 16	1570	11. 1	1667	17.45	1852	26.34	2178	39.46	2772	64. 9	4024	133.33	7894
50	5. 18	1580	11. 5	1678	17. 52	1864	26.45	2192	40. 2	2790	64.34	4050	134.29	7945
26. 0	5. 21	1591	11. 9	1688	18.0	1876	26.56	2206	40.19	2808	65. 2	4076	135.26	7996
10	5. 23	1601	11.14	1699	18. 7	1888	27. 7	2220	40.36	2826	65.31	4103	136.23	8048
20	5. 26	1611	11.19	1710	18.15	1900	27. 8	2234	40.53	2844	65.56	4129	137.20	8098
30	5. 28	1622	11.23	1721	18.22	1912	27.29	2249	41. 9	2862	66.25	4155	138.17	8150
40	5. 30	1632	11.28	1732	18.30	1924	27.40	2263	41.26	2880	66.30	4181	139. 9	8201
50	5. 32	1642	11 32	1743	18.37	1936	27.51	2277	41.42	2898	67.19	4207	140. 7	8253
27. 0	5. 34	1652	11.37	1753	18.45	1948	28. 3	2291	42. 0	2916	67.45	4233	141. 4	8304
10	5. 36	1662	11.42	1764	18.52	1960	28.14	2305	42.17	2934	68.12	4259	141. 1	8355
20	5. 39	1672	11.47	1775	19. 0	1972	28.25	2319	42.33	2952	68.39	4285	142.56	8406
30	5. 41	1682	11.51	1786	19. 7	1984	28.37	2333	42.50	2970	69. 6	4312	143.51	8458
40	5. 43	1693	11.56	1797	19.15	1996	28.49	2348	43. 7	2988	69.33	4338	144.49	8500
50	5. 46	1703	12. 1	1808	19.22	2008	28.59	2362	43.24	2906	70. 0	4344	145.46	8560
28. 0	5. 48	1713	12. 6	1818	19. 30	2021	29.11	2376	43.41	3024	70.27	4390	146.44	8611
10	5. 50	1723	12.10	1829	19.37	2033	29.22	2390	43.58	3042	70.55	4416	147.33	8663
20	5. 52	1733	12.15	1840	19.45	2045	29.34	2404	44.15	3060	71.22	4442	148.35	8714
30	5. 55	1744	12.20	1851	19.56	2057	29.46	2418	44.32	3078	71.49	4468	149.33	8765
40	5. 57	1754	12.25	1862	20. 0	2069	29.57	2432	44.49	3096	72.19	4495	150.31	8816
50	6. 0	1764	12.30	1872	20. 8	2081	30.48	2447	45. 6	3114	72.44	4521	151.29	8868
29. 0	6. 2	1774	12.34	1883	20.16	2093	30.19	2461	45.23	3132	73.14	4547	152 28	8919
10	6. 4	1784	12.39	1894	20.23	2105	30.31	2475	45.40	3150	73.41	4573	153.24	8970
20	6. 7	1795	12.43	1905	20.30	2117	30.43	2489	45.57	3168	74. 9	4599	154.23	9021
30	6. 9	1805	12.48	1916	20.38	2129	30.54	2503	46.15	3186	74.37	4625	155.19	9073
40	6. 11	1815	12.52	1927	20.46	2141	31. 5	2517	46.22	3204	75. 4	4651	156.17	9124
50	6. 13	1825	12.57	1937	20.54	2153	31.17	2531	46.49	3222	75.32	4677	157.16	9175
30. 0	6. 16	1835	13. 2	1948	21. 1	2165	31.28	2546	47. 6	3240	76. 0	4704	158.15	9226
10	6. 18	1845	13. 7	1959	21. 9	2177	31.40	2560	47.24	3258	76.27	4730	159'14	9278
20	6. 20	1856	13.11	1970	21.17	2189	31.51	2574	47.41	3276	76 55	4756	160. 8	9329
30	6. 23	1866	13.16	1981	21.24	2201	32. 3	2588	47.58	3294	77.23	4787	161. 8	9380
40	6. 25	1876	13.21	1992	21.32	2213	32.15	2602	48.16	3312	77.51	4808	162. 7	9431
50	6 27	1886	13.26	2002	21.40	2225	32.29	2616	48.33	3330	78.19	4834	163. 6	9483
31. 0	6. 29	1896	13.30	2013	21.47	2237	32.38	2630	48.50	3348	78.47	4860	164.03	9534
10	6. 31	1907	13.35	2024	21.55	2249	32.49	2645	49. 8	3366	79.17	4886	165.03	9585
20	6. 34	1917	13.40	2035	22. 3	2261	33. 0	2659	49.25	3384	79.43	4913	166. 2	9636
30	6. 36	1927	13.45	2046	22.11	2273	33.12	2673	49.43	3402	80.13	4939	167. 0	9688
40	6. 39	1937	13.50	2056	22.19	2285	33.25	2687	50. 1	3420	80.41	4965	168. 0	9739
50	6. 41	1947	13.56	2067	22.27	2297	33.37	2701	50.18	3438	81.10	4991	169. 0	9790
32. 0	6. 43	1958	14. 1	2078	22.34	2309	33.48	2715	50.36	3456	81.38	5017	170. 0	9842
10	6. 46	1968	14. 6	2089	22.42	2321	34. 0	2730	50.53	3474	82. 6	5042	170.55	9893
20	6. 48	1978	14.10	2100	22.50	2333	34.12	2744	51.11	3492	82.35	5065	171.55	9944
30	6. 50	1988	14.15	2111	22.58	2345	34.24	2758	51.29	3510	83.31	5095	172.56	9995
40	6. 52	1998	14.20	2121	23. 6	2357	34.36	2772	51.47	3528	83.32	5122	173.56	10047
50	6. 55	2009	14.25	2132	23.14	2369	34.48	2786	52. 4	3546	84. 1	5148	174.53	10098
33. 0	6. 57	2019	14.30	2143	23.21	2381	35. 0	2800	52.22	3564	84.29	5174	175.54	10149
10	7. 0	2029	14.35	2154	23.30	2392	35.12	2814	52.40	3582	84.58	5200	176.55	10200
20	7. 3	2039	14.40	2165	23.38	2405	35.21	2828	52.58	3500	85.26	5226	177.56	10252
30	7. 5	2049	14.45	2176	23.46	2417	35.35	2843	53.16	3618	85.55	5252	178.57	10303
40	7. 8	2060	14.49	2186	23.54	2429	35.47	2857	53.34	3636	86.26	5278	179.58	10354
50	7. 10	2070	14.54	2197	24. 2	2441	35.59	2871	53.50	3654	86.52	5305	180.57	10405
34. 0	7. 13	2080	14.59	2208	24.10	2454	36.11	2885	54.10	3672	87.24	5331	181.56	10457
10	7. 15	2090	15. 4	2219	24.18	2466	36.23	2890	54.28	3690	87.52	5357	182.57	10508
20	7. 18	2000	15. 9	2230	24.26	2478	36.35	2903	54.46	3708	88. 2	5383	183.58	10559
30	7. 20	2111	15.14	2240	24.34	2490	36.47	2917	55. 4	3726	88.50	5409	184.59	10610
40	7. 22	2121	15.20	2251	24.42	2502	36.56	2932	55.22	3744	89.20	5435	185.58	10662
50	7. 24	2131	15.25	2262	24.50	2514	37.12	2946	55.41	3762	89.49	5461	187. 0	10713
35. 0	7. 26	2141	15.29	2273	24.59	2526	37.24	2970	55.59	3780	90.19	5488	188. 2	10764
10	7. 29	2151	15.34	2284	25. 7	2538	37.36	2984	56.17	3798	90.48	5514	189. 5	10815
20	7. 31	2160	15.39	2295	25.15	2550	37.48	2998	56.35	3816	91.18	5540	190. 4	10867
30	7. 34	2172	15.44	2305	25.23	2562	38. 0	3012	56.54	3834	91.48	5566	191. 6	10918
40	7. 36	2182	15.50	2316	25.31	2574	38.13	3026	57.12	3852	92.17	5592	192. 3	10969
50	7. 38	2192	15.55	2327	25.40	2586	38.25	304	57.30	3870	92.46	5618	193.11	11020

Digitized by Google

TAB. *Loxodromicæ in terrestria milliaria digestæ, cum differentia longitudinum, & latitudinum.*

Latit. Gradus Minut.	Rum. 1. Long. G. Min.	Gr. 11. 15. Iter Milliar	Rum. 2. Long. G. Min.	Gr. 22. 30. Iter Mill.	Rum. 3. Longit. G. Min.	Gr. 33. 45. Iter Milliar	Rum. 4. Longit. G. Min.	Gr. 45. Iter. Mill.	Rum. 5. Long. G. Min.	Gr. 56. 15. Iter Mill.	Rum. 6. Longit. Gr. Min.	G. 67. M 30. Iter. Milliar.	Rum. 7 Longit. Gr. Min.	Gr. 78. 45. Iter Milliar.
36. 0	7. 41	2202	16. 0	2338	25 49	2598	38.38	3055	57.49	3888	93. 16	5644	194.14	11072
10	7. 43	2212	16. 5	2349	25.57	2610	38.50	3069	58. 8	3906	93. 48	5670	195.17	11123
20	7. 46	2223	16.11	2360	26. 5	2622	39. 3	3083	58.26	3924	94. 16	5697	196.18	11174
30	7. 48	2233	16.16	2370	26.13	2634	39.15	3097	58.45	3942	94. 48	5723	197.20	11226
40	7. 50	2243	16.21	2381	26.22	2646	39.27	3111	59. 3	3960	95. 18	5741	198.22	11277
50	7. 53	2253	16.26	2392	26.30	2658	39.40	3125	59.22	3978	95. 48	5775	199.26	11328
37. 0	7. 56	2263	16.32	2403	26.38	2670	39. 53	3140	59.41	3996	96. 18	5801	200.29	11379
10	7. 59	2274	16.37	2414	26.47	2681	40. 5	3154	60. 0	4014	96. 48	5827	201.31	11421
20	8. 2	2284	16.42	2425	26. 55	2693	40.18	3168	60.18	4032	97. 18	5853	202.33	11472
30	8. 4	2294	16.47	2435	27. 3	2705	40.31	3182	60.37	4050	97. 48	5879	203.37	11523
40	8. 6	2304	16.52	2446	27.12	2717	40.43	3196	60.56	4068	98. 19	5906	204.41	11574
50	8. 9	2314	16.57	2457	27.20	2729	40.56	3210	61.15	4086	98. 49	5932	205.46	11626
38. 0	8. 11	2325	17. 2	2468	27.28	2742	41. 8	3224	61. 34	4104	99. 19	5958	206.50	11687
10	8. 13	2335	17. 8	2479	27.37	2754	41.21	3239	61.52	4122	99. 49	5984	207.54	11788
20	8. 16	2345	17.13	2490	27.45	2766	41.33	3259	62.12	4140	100.20	6010	208.55	11789
30	8. 19	2355	17.18	2500	27.54	2778	41.46	3262	62.31	4158	100.51	6036	210. 6	11841
40	8. 21	2366	17.23	2511	28. 3	2790	42. 0	3281	62.50	4176	101.24	6062	211. 5	11892
50	8. 24	2376	17.28	2522	28.11	2802	42.13	3296	63. 9	4194	101.52	6089	212.10	11943
39. 0	8. 26	2386	17.32	2533	28.20	2814	42.26	3309	63.29	4212	102.26	6115	213.15	11994
10	8. 28	2396	17.19	2544	28.29	2826	42.39	3323	63.48	4230	102.56	6141	214.20	12046
20	8. 31	2406	17.44	2554	28.37	2838	42.52	3338	64. 7	4248	103.28	6167	215.24	12097
30	8. 34	2417	17.49	2565	28.46	2850	43. 4	3352	64.27	4266	103.58	6193	216.29	12148
40	8. 37	2427	17.55	2576	28.55	2862	43.17	3366	64.46	4284	104.30	6219	217.35	12199
50	8. 39	2437	18. 0	2587	29. 4	2874	43.30	3380	65. 6	4302	105. 2	6245	218.41	12251
40. 0	8. 42	2447	18. 6	2598	29.12	2886	43. 43	3394	65.25	4320	105.32	6271	219.42	12302
10	8. 44	2457	18.12	2609	29.21	2898	43.56	3408	65.45	4338	106. 4	6298	220.49	12352
20	8. 47	2467	18.20	2619	29.30	2911	44. 9	3422	66. 4	4356	106.35	6324	221.56	12404
30	8. 49	2478	18.22	2630	29.38	2923	44.21	3437	66.24	4374	107. 6	6350	223. 3	12456
40	8. 52	2488	18.28	2641	29.47	2935	44.34	3451	66.44	4392	107.39	6378	224.10	12507
50	8. 55	2498	18.34	2652	29.56	2947	44.48	3465	67. 4	4410	108.10	6401	225.18	12558
41. 0	8. 57	2508	18.40	2663	30. 5	2959	45. 2	3479	67. 23	4428	108.42	6428	226.23	12609
10	9. 0	2519	18. 45	2674	30.14	2971	45.16	3493	67.43	4436	109.16	6454	227.27	12661
20	9. 3	2529	18.50	2684	30.23	2983	45.29	3507	68. 3	4454	109.46	6480	228.35	12712
30	9. 6	2539	18.56	2695	30.32	2995	45.42	3521	68.23	4472	110.20	6507	229.43	12763
40	9. 8	2549	19.. 1	2706	30.40	3006	45.55	3535	68.43	4490	110.52	6533	230.46	12815
50	9. 12	2560	19. 6	2717	30.50	3019	46. 8	3550	69. 34	4518	111.25	6559	231.58	12866
42. 0	9. 13	2569	19.12	2728	31. 0	3031	46.22	3564	69.23	4536	111.56	6585	233. 3	12917
10	9. 16	2580	19.10	2739	31. 8	3043	46.36	3578	69.43	4554	112.29	6611	234.12	12968
20	9. 18	2590	19.23	2749	31.17	3055	46.49	3592	70. 4	4572	113. 1	6637	235.21	13020
30	9. 21	2600	19.29	2760	31.26	3067	47. 2	3606	70.24	4590	113.34	6663	236.30	13061
40	9. 24	2610	19.35	2771	31.35	3079	47.16	3620	70.44	4608	114. 6	6630	237.34	13112
50	9. 27	2620	19.40	2782	31.44	3091	47.30	3634	71. 4	4626	114.39	6716	238.43	13163
43. 0	9. 30	2631	19.46	2793	31.53	3105	47.45	3649	71.25	4644	115.12	6742	239.53	13215
10	9. 32	2641	19.51	2803	32. 2	3115	47.56	3663	71.45	4662	115.45	6768	241. 2	13266
20	9. 35	2651	19.57	2814	32.11	3127	48.10	3677	72. 6	4680	116.19	6794	242.12	13317
30	9. 37	2661	20. 3	2825	32.20	3139	48.25	3691	72.27	4698	116.51	6820	243.20	13368
40	9. 40	2671	20. 6	2836	32.29	3151	48.39	3715	72.47	4716	117.27	6846	244.34	13410
50	9. 43	2682	20.13	2847	32.38	3163	48.53	3729	73. 8	4734	117.58	6872	245.39	13471
44. 0	9. 46	2692	20.19	2858	32.47	3175	49. 6	3733	73.29	4752	118.34	6899	246.50	13532
10	9. 48	2702	20.26	2868	32.57	3187	49.20	3748	73. 50	4770	119. 6	6925	248. 1	13583
20	9. 51	2712	20.32	2879	33. 7	3169	49.34	3762	74.11	4788	119.40	6951	249.12	13635
30	9. 54	2722	20.38	2890	33.16	3211	49.48	3776	74 31	4806	120.13	6977	250.23	13686
40	9. 57	2733	20.44	2901	33.25	3223	50. 2	3790	74.52	4814	120.48	7003	251.29	13737
50	10. 0	2743	20.50	2912	33. 34	3235	50.16	3804	75.12	4842	121.21	7029	252.41	13788
45. 0	10. 3	2753	21.56	2923	33.48	3247	50 30	3818	75.35	4860	121.56	7055	253.34	13840
10	10. 6	2763	21. 1	2933	33.53	3259	50.43	3832	75.56	4878	122.30	7082	255. 4	13891
20	10. 8	2773	21. 7	2944	34. 2	3271	50.57	3847	76. 17	4896	123. 4	7108	256.11	13942
30	10.11	2784	21.16	2955	34.12	3283	51.12	3861	76.38	4914	123.38	7134	257.24	13993
40	10.14	2794	21.19	2966	34.23	3295	51.26	3875	77. 0	4932	124.13	7160	258.38	14045
50	10.17	2804	21.25	2977	34.33	3307	51.40	3889	77.21	4950	124.47	7186	259.50	14096
46. 0	10.19	2814	21.31	2988	34.42	3319	51.54	3903	77.43	4968	125.22	7212	261. 4	14147
10	10.22	2824	21.33	2998	34.52	3331	52.10	3917	78. 4	4986	125.56	7238	262.12	14198
20	10.25	2835	21.42	3009	35. 1	3343	52.25	3931	78.26	5004	126.31	7264	263.28	14250
30	10.28	2845	21.48	3020	35.11	3356	52.39	3946	78.47	5022	127. 8	7291	264.39	14301
40	10. 31	2855	21. 54	3031	35.21	3368	52.54	3960	79. 9	5040	127.43	7317	265.53	14352
50	10. 34	2865	22. 0	3041	35.30	3380	53.28	3974	79. 30	5058	128.18	7345	267. 8	14403
47. 0	10.37	2875	22.13	3052	35.40	3392	53. 23	3988	79. 53	5076	128.53	7369	268.23	14455
10	10.40	2886	22.12	3063	35. 50	3404	53. 37	4002	80.15	5094	129.28	7395	269.23	14506
20	10. 43	2896	22.18	3074	36. 0	3416	53. 52	4016	80. 37	5112	130. 4	7321	270.47	14557
30	10. 45	2906	22.24	3083	36.10	3428	54. 6	4030	80.59	5130	130.40	7347	272. 2	14609
40	10. 48	2916	22.30	3096	36.20	3440	54.21	4045	81. 22	5148	131.13	7373	273.18	14660
50	10. 51	2926	22.36	3106	36.30	3452	54. 36	4059	81.43	5166	131.52	7400	274.34	14711

TABULA

TAB. *Loxodromicæ in terreſtria milliaria digeſtæ cum differentia longitudinum & latitudinum.*

Latit. Gradus Minut.	Rum.1. Long. G.Min.	Gr. 11. 15.Iter. Milliar	Rum.2 Long. G.Min.	G. 22. 30.Iter Mill.	Rum.3. Long. G.Min.	Gr. 33. 45.Iter G.Mil.	Rum.4 Long. G.Min.	Gr. 45. Iter. Mill.	Rum.5. Long. G.Min.	Gr. 56. 15.Iter Mill.	Rumb.6. Longit. Gr.Min.	G.67.M. 30. Iter. Milliar.	Rumb.7. Longit. Gr. Min.	Gr. 78. 45.Iter. Mill.
48. 0	10.54	2936	22.41	3117	36.40	3464	54.52	4073	82. 6	5184	132.28	7426	275.50	14762
10	10.57	2947	22.49	3128	36.50	3476	55. 5	4077	82.28	5202	133. 3	7452	277. 0	14814
20	11. 0	2957	22.56	3139	37. 0	3488	55.22	4101	82. 51	5220	133.38	7478	278.17	14865
30	11. 4	2967	23. 3	3150	37.10	3500	55.37	4115	83. 14	5238	134.16	7504	279.34	14916
40	11. 7	2977	23.10	3161	37.20	3512	55.51	4129	83. 36	5256	134.54	7530	280.51	14967
50	11.10	2987	23.16	3171	37.30	3524	56. 7	4144	83. 58	5274	135.28	7556	282. 8	15019
49. 0	11.13	2998	23.22	3182	37.40	3536	56.22	4158	84. 22	5292	136. 7	7683	283.23	15070
10	11.16	3008	23.27	3193	37.50	3548	56.38	4172	84. 44	5310	136.42	7709	284.38	15121
20	11.19	3018	23.33	3204	38. 0	3560	56.52	4186	85. 7	5328	137.20	7735	285.56	15172
30	11.22	3028	23.40	3215	38.10	3572	57. 8	4200	85. 30	5345	137.57	7761	287.24	15224
40	11.25	3038	23.46	3225	38.20	3584	57.23	4214	85. 54	5364	138.34	7787	288.33	15275
50	11.28	3049	23.52	3236	38.30	3596	57.39	4228	86. 16	5382	139.12	7813	289.46	15326
50. 0	11.31	3059	23.59	3247	38.42	3608	57.54	4243	86. 44	5400	139.49	7839	291. 5	15337
10	11.34	3069	24.25	3258	38.52	3620	58.10	4255	87. 3	5418	140.26	7865	292.24	15429
20	11.37	3079	24.12	3269	39. 3	3632	58.26	4271	87. 27	5436	141. 4	7892	295.44	15480
30	11.40	3089	24.19	3280	39.13	3644	58.42	4285	87. 50	5454	141.41	7918	295. 4	15531
40	11.44	3100	24.26	3290	39.24	3656	58.58	4299	88. 14	5472	142.20	7944	296.24	15582
50	11.47	3110	24 32	3301	39.24	3668	59.14	4313	88. 39	5480	142.58	7970	297.45	15634
51. 0	11.50	3120	24.38	3312	39.45	3680	50.30	4327	89. 1	5508	143.36	7996	299. 0	15685
10	11.53	3130	24.45	3323	39.55	3692	59.46	4342	89. 25	5526	144.17	8022	300. 21	15736
20	11.56	3140	24.52	3334	40. 6	3704	60. 1	4356	89. 49	5544	144.52	8048	301.43	15787
30	12. 0	3150	24.58	3345	40.16	3716	60.17	4370	90. 13	5562	145.34	8074	303. 4	15839
40	12. 3	3161	25. 5	3355	40.27	3728	60.33	4384	90. 37	5580	146.12	8101	304.20	15890
50	12. 6	3671	25.12	5366	40.38	3741	60.49	4398	91. 0	5598	145.51	8127	305.42	15941
52. 0	12. 9	3181	25.18	3377	40.49	3753	61. 5	4412	91. 25	5616	147.30	8153	307. 5	15992
10	12.12	3191	25.25	3388	41. 0	3765	61.21	4426	91. 50	5634	148. 9	8179	308.28	16044
20	12.15	3202	25.32	3399	41.10	3777	61.37	4441	92. 14	5652	148.48	8205	309.52	16095
30	12.19	3212	25.39	3410	41.22	3789	61.54	4455	92. 39	5670	149.28	8231	311.12	16145
40	12.22	3222	25.45	3420	41.32	3801	62.10	4469	93. 3	5688	150. 7	8257	312.36	16198
50	12.26	3232	25.52	3431	41.43	3813	62.26	4483	93. 28	5706	150.47	8284	313.57	16249
53. 0	12.29	3242	25.56	3442	41.55	3825	62.43	4497	93. 53	5724	151.27	8310	315.22	16300
10	12.32	3253	26. 9	3453	42. 6	3837	63. 0	4511	94. 18	5742	152. 7	8336	316.46	16351
20	12.36	3263	26.13	3464	42.17	3849	63.17	4525	94. 43	5760	152.47	8362	318.12	16403
30	12.39	3273	26.20	3474	42.28	3861	63.34	4540	95. 3	5778	153.27	8388	319.35	16454
40	12.42	3283	26.27	3485	42.40	3873	63.51	4554	95. 33	5796	154.11	8414	320.56	16505
50	12.45	3293	26.34	3496	42.51	3885	64. 8	4568	95. 58	5814	154.48	8440	322.23	16556
54. 0	12.49	3303	26.41	3507	43. 3	3897	64.24	4582	96. 24	5832	155.32	8467	323.49	16608
10	12.52	3314	26.48	3518	43.14	3909	64.41	4596	96. 50	5850	156.13	8493	325.16	16659
20	12.56	3324	26.58	3529	43.25	3921	64.58	4610	97. 15	5868	156 54	8519	326.4	16710
30	12.59	3334	27. 2	3539	43.37	3933	65.15	4624	97. 40	5886	157.36	8545	328. 4	16761
40	13. 2	3344	27. 9	3550	43 48	3945	65.32	4639	98. 7	5904	158.17	8571	329. 33	16813
50	13. 5	3355	27.16	3561	44. 0	3957	65.50	4653	98. 32	5922	158.58	8597	331. 1	16864
55. 0	13. 9	3365	27.28	3572	44.12	3969	66. 8	4667	98. 59	5940	159.40	8623	332. 30	16915
10	13.12	3375	27.31	3583	44.23	3981	66.26	4681	99. 24	5958	160.22	8649	334. 0	16966
20	13.16	3385	27.38	3594	44.35	3993	66.42	4695	99. 51	5976	161. 5	8675	335. 23	17018
30	13.20	3395	27.45	3604	44.46	4005	67. 1	4709	100.17	5994	161.47	8702	336. 51	17069
40	13.23	3405	27.53	3615	44.58	4017	67.19	4723	100.46	6012	162.29	8728	338.28	17120
50	13.26	3416	28. 0	3626	45.10	4029	67.36	4738	111.10	6030	163.12	8754	339.52	17171
56. 0	13.30	3426	28. 7	3637	45.22	4041	67.54	4752	101.37	6048	163.55	8780	341.23	17223
10	13. 33	3436	28.15	3648	45. 33	4053	68.11	4766	102. 4	6066	164.40	8806	342 47	17274
20	13.37	3446	28.22	3658	45.45	4065	68.29	4780	102.31	6084	165.21	8832	344.19	17325
30	13.41	3456	28.30	3669	45.58	4077	68.47	4794	102.58	6102	166. 8	8858	345. 51	17376
40	13.44	3467	28.37	3680	46.10	4089	69. 5	4808	103.25	6120	166.52	8885	347.24	17428
50	13.48	3477	28.45	3691	46.22	4101	69.24	4822	103.52	6138	167.36	8911	348.57	17479
57. 0	13.52	3487	28.52	3702	46.35	4113	69.42	4837	104.20	6156	168.20	8937	350.27	17530
10	13.56	3497	29. 0	3713	46.47	4125	70. 0	4851	104.46	6174	169. 4	8963	352. 0	17581
20	14. 0	3507	29. 8	3723	46.59	4137	70.20	4865	105.15	6192	169.48	8989	353. 31	17633
30	14. 3	3518	29.15	3734	47.11	4150	70.38	4879	105.43	6210	170.33	9015	355. 6	17684
40	14. 7	3528	29.23	3745	47.24	4162	70.58	4893	106.11	6228	171.18	9041	356.41	17735
50	14.11	3538	29.31	3756	47.37	4174	71.14	4907	106.39	6246	172. 2	9067	358.16	17787
58. 0	14.15	3548	29.39	3767	47.50	4186	71.34	4921	107.7	6264	172.47	9094	359.45	17838
10	14.18	3558	29.46	3778	48. 2	4198	71.53	4936	107.35	6282	173.32	9120	361.21	17889
20	14.22	3569	29.54	3788	48.15	4210	72.12	4950	108. 4	6300	174.18	9146	362.59	17940
30	14.26	3579	30. 2	3799	48.27	4222	72.31	4963	108.32	6318	175. 4	9172	364.36	17992
40	14.30	3589	30.10	3810	48.40	4234	72.50	4978	109. 1	6336	175.54	9198	366.14	18043
50	14.34	3599	30.19	3821	48.53	4246	73. 9	4992	109.30	6354	176.37	9224	367.52	18094
59. 0	14.37	3609	30.27	3832	49. 6	4258	73.28	5006	109.59	6372	177.27	9250	369.29	18145
10	14.41	3620	30. 33	3843	49.19	4270	73.48	5020	110.28	6390	178.13	9277	371.23	18197
20	14.44	3630	30. 43	3853	49.32	4282	74. 8	5035	110.57	6408	179. 0	9303	372.43	18248
30	14.48	3640	30. 51	3864	49. 35	4294	74.26	5049	111.27	6426	179.47	9329	374.23	18299
40	14.52	3650	30.59	3875	49.59	4306	74.46	5062	111.56	6444	180.35	9355	375.58	18350
50	14.56	3660	31. 8	3886	50. 1	4318	75. 7	5077	112.26	6462	181.22	9381	377.37	18402

Digitized by Google

TAB. *Loxodromicæ in terrestria milliaria digestæ, cum differentia longitudinum, & latitudinum.*

Latit. Gradus Minut.	Rum.1. Long. Gr. M.	Gr.11.15. Iter. Milliar.	Rum.2. Long. Gr. M.	Gr.22.30. Iter. Milliar.	Rum.3. Longit. Gr. &M.	Gr. 33. 45.Iter Milliar	Rum.4. Longit. Gr. M.	G.45. Iter. Mill.	Rum.5. Longit. Gr. M.	Gr.56. 15.Iter Mill.	Rum. 6. Longit. Gr.Min.	G.67.M. 30. Iter. Milliar.	Rum. 7. Longit. Gr.Min.	Gr. 78. 45.Iter Milliar
60. 0	15. 0	3671	31.16	3897	50.25	4330	75.26	5091	112.56	6480	182.11	9407	379.19	18453
10	15. 4	3691	31.24	3907	50.38	4342	75.47	5105	113.25	6498	182.59	9433	381. 1	18504
20	15. 8	3701	31.32	3918	50.52	4354	76. 8	5119	113.56	6506	183.48	9459	382.44	18555
30	15.12	3711	31. 41	3929	51. 6	4366	76.28	5134	114.26	6524	184.36	9486	384.27	18607
40	15.16	3721	31.48	3940	51.20	4378	76.48	5148	114.57	6542	185.26	9512	386.10	18658
50	15.20	3722	31. 57	3951	51.33	4390	77. 8	5162	115.27	6560	186.13	9538	387.50	18709
61. 0	15.25	3732	32. 6	3962	51.46	4402	77.29	5176	115.58	6588	187. 4	9564	389.32	18760
10	15.29	3742	32.15	3972	52. 0	4414	77.43	5190	116.29	6606	187.57	9590	391. 18	18812
20	15.33	3752	32.23	3983	52.14	4426	78.10	5204	116.59	6624	188.43	9616	393. 4	18863
30	15.37	3762	32.31	3994	52.28	4438	78.31	5218	117.31	6642	188.38	9642	394.50	18914
40	15.41	3773	32.40	4005	52.42	4450	78.51	5233	118. 3	6660	190.28	9668	396.29	18965
50	15.45	3783	32.49	4016	52.56	4462	79.12	5247	118.34	6678	191.19	9695	398.17	19017
62. 0	15.49	3793	32.58	4027	53.10	4474	79.34	5260	119. 6	6696	192.10	9721	400. 5	19068
10	15.54	3803	33. 7	4037	53.24	4486	79.55	5275	119.37	6714	193. 1	9747	401.54	19119
20	15.58	3813	33.16	4048	53.38	4498	80.17	5289	120.10	6732	193.52	9773	403.43	19170
30	16. 3	3824	33.25	4059	53.53	4510	80.38	5303	120.43	6750	194.44	9799	405.28	19222
40	16. 7	3834	33.34	4070	54.27	4532	81. 0	5317	121.15	6768	195.37	9825	405.16	19273
50	16.12	3844	33.43	4080	54.21	4554	81.22	5332	121.44	6786	196.30	9851	409. 8	19324
63. 0	16.16	3854	33.52	4091	54.38	4546	81.44	5346	122.21	6804	197.23	9878	411. 0	19376
10	16.20	3864	34. 1	4102	54.52	4558	82. 6	5360	122.53	6822	198.16	9904	412.52	19427
20	16.24	3875	34.10	4113	55. 6	4570	82.28	5374	123.27	6840	199. 9	9930	414.36	19478
30	16.29	3895	34.19	4124	55.22	4582	82.51	5388	124. 0	6858	200. 3	9956	416.31	19529
40	16.34	3905	34.28	4135	55.37	4594	83.14	5402	124.34	6876	201. 0	9982	418.25	19581
50	16.38	3915	34.38	4145	55.52	4616	83.36	5416	125. 8	6994	201.51	10008	420.20	19632
64. 0	16.43	3915	34.48	4156	56. 7	4618	83.59	5431	125.42	6912	202.49	10034	422.16	19683
10	16.47	3925	34.58	4167	56.22	4630	84.22	5445	126.16	6930	203.43	10060	424. 8	19734
20	16.52	3936	35. 0	4178	56.38	4642	84.45	5459	126.51	6948	204.38	10087	426. 1	19787
30	16.56	3946	35.16	4189	56.53	4654	85. 9	5473	127.26	6966	205.34	10113	428. 0	19837
40	17. 1	3956	35.26	4200	57. 8	4666	85.31	5487	128.0	6984	206.31	10139	430. 0	19888
50	17. 5	3966	35.36	4210	57.24	4679	85.55	5501	128.35	7002	207.27	10165	431.58	19939
65. 0	17.10	3976	35.46	4221	57.40	4690	86.19	5515	129.11	7020	208.24	10191	433.58	19991
10	17.15	3987	35.55	4232	57.56	4701	86.42	5530	129.46	7038	209.20	10217	435.50	20041
20	17.20	3997	36. 5	4243	58.12	4715	87. 6	5544	130.22	7056	210.18	10243	437.52	20093
30	17.25	4007	36.15	4254	58.28	4727	87.29	5558	130.58	7074	211.16	10269	439.54	20144
40	17.20	4017	36.25	4265	58.24	4739	87.55	5572	131.34	7092	212.15	10296	441.57	20195
50	17.34	4027	36 36	4275	59. 1	4750	88.20	5586	132.10	7110	213.12	10322	444. 2	20247
66. 0	17.39	4038	36.46	4286	59.17	4763	88.44	5600	132.47	7128	214.11	10348	445.58	20298
10	17.43	4048	36.56	4297	59.33	4775	89. 8	5614	133.24	7146	215.10	10374	448. 3	20349
20	17.48	4058	37. 6	4308	59.50	4787	89.32	5629	134. 1	7164	216.13	10400	450.10	20400
30	17.53	4068	37.16	4319	60. 6	4799	89.57	5643	134.38	7182	217.15	10426	452.18	20451
40	17.58	4078	37.26	4330	60.23	4811	90.23	5657	135.16	7200	218.17	10452	454.26	20503
50	18. 3	4089	37.38	4340	60.40	4823	90.48	5671	135.54	7218	219.18	10479	456.28	20554
67. 0	18. 8	4099	37.48	4351	60.58	4835	91.13	5685	136.32	7236	220.19	10567	458.40	20605
10	18.13	4109	37.58	4362	61.15	4847	91.38	5699	137. 9	7254	221.20	10531	460.46	20656
20	18 18	4119	38. 9	4373	61.32	4859	92. 4	5713	137.49	7272	222.21	10557	462.58	20708
30	18.24	4129	38 20	4384	61.49	4861	92.30	5728	138.28	7290	223.23	10583	465.11	20759
40	18.30	4140	38.30	4394	62. 7	4883	92.56	5732	139. 8	7308	224.26	10609	467 24	20810
50	18.33	4150	38.40	4405	62.24	4895	93.23	5740	139.47	7326	225.29	10635	469.28	20862
68. 0	18.40	4160	38. 52	4416	62.41	4907	93.50	5770	140.27	7344	226.33	10661	471.44	20913
10	18.45	4170	39. 4	4427	62.59	4919	94.17	5784	141. 7	7362	227.36	10688	474. 1	20964
20	18.51	4180	39.15	4438	63.17	4931	94.44	5798	141.47	7380	228.41	10714	476.18	21015
30	18.56	4190	39 26	4448	63.35	4943	95.11	5812	142.29	7398	229.45	10740	478.37	21067
40	19. 2	4201	39.38	4459	63.54	4955	95.38	5826	143. 9	7416	230.49	10766	480.57	21118
50	19. 7	4211	39.59	4470	64.12	4967	96. 5	5841	143.46	7434	232.41	10792	483.12	21169
69. 0	19.12	4221	40. 0	4481	64.31	4989	96.33	5855	144.32	7452	233.13	10818	485.28	21220
10	19.17	4231	40.12	4492	64.50	5001	97. 2	5869	145.14	7470	234.21	10844	487.51	21272
20	19.24	4241	40.24	4503	65. 8	5013	97.30	5883	145.56	7488	235.29	10870	490.15	21323
30	19.29	4252	40.35	4514	65.27	5025	98. 0	5897	146.39	7506	236.77	10897	492.40	21374
40	19.35	4262	40.45	4524	65.46	5037	98.29	5911	147.22	7524	237.46	10923	494.59	21425
50	19.40	4272	40.58	4535	66. 5	5049	98.58	5925	148. 6	7542	238.54	10949	497.24	21477
70. 0	19.45	4282	41. 10	4546	66. 25	5051	99.26	5940	148.48	7560	240. 4	10975	499.51	21528
10	19. 50	4292	42.26	4557	68.27	5063	99.54	5954	149.33	7578	241.13	11001	502.21	21579
20	19.55	4392	43.45	4568	70. 33	5075	100.24	5968	150.17	7596	242.23	11027	504.52	21630
30	20. 0	4312	45. 7	4578	72.47	5087	100.54	5982	151. 1	7614	242.34	11053	507.20	21682
40	20. 5	4322	46.31	4589	75. 5	5099	101.24	5996	151.47	7632	244.48	11080	509.47	21733
50	20.10	4332		4600		5111	101.54	6010	152.31	7650	244. 0	11106	512.21	21784

TAB.

Digitized by Google

TABULA DECLINATIONIS Eclypticæ.

Gradus Eclyptica.	Aries. Libra. Gr.	Min.	Sec.	Taurus. Scorpius. Gr.	Min.	Sec.	Gemini. Sagittarius. Gr.	Min.	Sec.	
0	0.	0.	0	11.	30.	42	20.	13.	22	30
1	0.	23.	56	11.	51.	48	20.	25.	57	29
2	0.	47.	53	12.	12.	40	20.	38.	0	28
3	1.	11.	49	12.	33.	21	20.	49.	58	27
4	1.	35.	43	12.	53.	50	21.	1.	25	26
5	1.	59.	37	13.	14.	5	21.	12.	29	25
6	2.	23.	28	13.	34.	7	21.	23.	7	24
7	2.	47.	16	13.	53.	27	21.	33.	22	23
8	3.	11.	4	14.	13.	12	21.	43.	15	22
9	3.	34.	47	14.	32.	13	21.	54.	14	21
10	3.	58.	28	14.	51.	49	22.	1.	45	20
11	4.	22.	4	15.	10.	50	22.	10.	22	19
12	4.	45.	37	15.	29.	26	22.	18.	35	18
13	5.	9.	5	15.	47.	47	22.	26.	22	17
14	5.	32.	29	16.	5.	51	22.	33.	44	16
15	5.	55.	47	16.	23.	39	22.	40.	39	15
16	6.	18.	58	16.	41.	9	22.	47.	10	14
17	6.	42.	6	16.	58.	22	22.	53.	13	13
18	7.	5.	6	17.	15.	18	22.	58.	51	12
19	7.	28.	0	17.	61.	54	23.	4.	3	11
20	7.	50.	46	17.	48.	14	23.	3.	47	10
21	8.	13.	26	18.	4.	14	23.	13.	5	9
22	8.	35.	58	18.	19.	57	23.	16.	56	8
23	8.	58.	20	18.	35.	18	23.	20.	20	7
24	9.	20.	34	18.	50.	21	23.	23.	18	6
25	9.	42.	41	19.	5.	4	23.	25.	48	5
26	10.	4.	38	19.	19.	26	23.	27.	51	4
27	10.	26.	24	19.	33.	27	23.	29.	27	3
28	10.	48.	2	19.	47.	7	23.	30.	35	2
29	11.	9.	27	20.	0.	26	23.	31.	17	1
30	11.	30.	42	20.	13.	22	23.	31.	30	0
	Virgo. Pisces.			*Leo. Aquarius.*			*Cancer. Capricornus.*			*Gradus Eclyptica.*

Digitized by Google

TABULA STELLARUM
aliquot pro ſæculo proximo.

Nomina ſtellarum.	*Aſcenſio recta.* Gr.	Min.	Sec.	*Declinatio.* Gr.	Min.	Sec.		*Quantitas.*
Caput Andromedæ.	358.	14.	8	27.	27.	26	Nord.	2
Zona Andromedæ.	13.	11.	20	34.	2.	40	N.	2
Fomahant Aquarii.	340.	11.	0	31.	8.	10	Sud.	1
Aquila.	94.	2.	47	8.	1.	20	N.	2
Clara Arietis.	227.	35.	58	22.	1.	30	N.	3
Capella.	73.	35.	56	45.	40.	0	Nord.	1
Arcturus.	210.	33.	2	20.	48.	2	N.	1
Canis Major Syrius.	97.	57.	6	16.	18.	6	Sud.	1
Canis minor Procyon.	110.	54.	33	5.	59.	2	N.	2
Primum Cornu Capricorni.	300.	24.	34	13.	22.	6	Sud.	3
Cornu inferius Capricorni.	301.	7.	29	15.	38.	2	Sud.	3
Schedir Caſſiopeiæ.	5.	56.	0	54.	55.	16	Nord.	3
Junctura Caſſiopeiæ.	9.	45.	58	59.	7.	36	Nord.	3
Genu Caſſiopeiæ.	16.	36.	0	58.	40.	22	Nord.	3
Mandibula Ceti.	41.	38.	7	2.	53.	50	Nord.	2
Corona Septent.	230.	39.	0	27.	45.	20	Nord.	2
Cauda Cigni.	307.	47.	17	44.	14.	52	N.	2
Gemini ad Septent.	108.	50.	46	32.	20.	26	N.	2
Gemini ad Auſtrum.	111.	43.	36	28.	43.	2	N.	2
Cor Hydræ.	138.	12.	22	7.	21.	30	Sud.	1
Cor Leonis.	148.	4.	15	13.	25.	16	Nord.	1
Cauda Leonis.	175.	25.	34	16.	14.	4	N.	1
Diſcus ad Septent. Libræ.	225.	15.	26	8.	14.	46	Sud.	2
Lyra.	276.	39.	32	38.	31.	16	N.	1
Pes Orionis.	75.	2.	50	8.	33.	42	Sud.	1
Humerus Orionis.	84.	43.	4	7.	18.	20	Nord.	2
Marchab Pegaſi.	342.	28.	10	13.	35.	58	N.	2
Caput Meduſæ.	42.	11.	42	39.	46.	30	N.	3
Cor Scorpii.	242.	47.	28	25.	39.	54	Sud.	1
Aldebaran Tauri.	64.	41.	35	15.	52.	10	N.	1
Spica Virginis.	197.	22.	55	9.	33.	30	Nord.	1
Extrema Cauda Urſæ.	203.	53.	50	50.	50.	56	N.	2
Prima Caudæ.	190.	7.	56	57.	36.	58	N.	2
Stella Septent.	9.	52.	10	87.	42.	51	N.	2
Clara Vigilum.	222.	39.	20	75.	37.	30	N.	2

TRACTA

Digitized by Google

TABULA AD CENTUM ANNOS,

ad sciendum qua declinationis Solis tabulâ singulis annis uti oporteat, initio ducto à prima die Martii.

An. Chr.	Tab.	An. Chr.	Tab.	An. Chr.	Tab.	An. Chr.	Tab.
1673	2	1705	5	1737	4	1769	3
1674	3	1706	6	1738	5	1770	4
1675	4	1707	7	1739	6	1771	5
B. 1676	1	B. 1708	4	B. 1740	3	B. 1772	6
1677	2	1709	5	1741	4	1773	3
1678	3	1710	6	1742	5	1774	4
1679	4	1711	7	1743	6	1775	5
B. 1680	1	B. 1712	4	B. 1744	3	B. 1776	2
1681	2	1713	5	1745	4	1777	3
1682	3	1714	6	1746	5	1778	4
1683	4	1715	7	1747	6	1779	5
B. 1684	1	B. 1716	4	B. 1748	3	B. 1780	2
1685	1	1717	5	1749	4	1781	3
1686	2	1718	5	1750	5	1782	4
1687	3	1719	6	1751	6	1783	5
B. 1688	8	B. 1720	7	B. 1752	2	B. 1784	1
1689	1	1721	4	1753	3	1785	2
1690	2	1722	5	1754	4	1786	3
1691	3	1723	6	1755	5	1787	4
B. 1692	8	B. 1724	3	B. 1756	2	B. 1788	1
1693	1	1725	4	1757	3	1789	2
1694	2	1726	5	1758	4	1790	3
1695	3	1727	6	1759	5	1791	4
B. 1696	8	B. 1728	3	B. 1760	2	B. 1792	1
1697	1	1729	4	1761	3	1793	2
1698	2	1730	5	1762	4	1794	3
1699	3	1731	6	1763	5	1795	4
B. 1700	4	B. 1732	3	B. 1764	2	B. 1796	1
1701	5	1733	4	1765	3	1797	2
1702	6	1734	5	1766	4	1798	3
1703	7	1735	6	1767	5	1799	4
B. 1704	4	B. 1736	3	B. 1768	2	B. 1800	5

Digitized by Google

TABULA DECLINATIONIS solis pro Meridiano Romano.

PRIMA TABVLA.

dies mẽ sũ.	Martii Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii. Nord. Grad.	Junii. Nord. Grad.	Julii. Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob. Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janu. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 9	4. 59	15. 25	22. 13	23. 7	17. 53	8. 2	3. 31	14. 46	22. 1	22. 59	16. 51
2	6. 46	5. 22	15. 43	22. 21	23. 2	17. 37	7. 40	3. 54	15. 5	22. 10	22. 53	16. 34
3	6. 23	5. 45	16. 0	22. 28	22. 57	17. 22	7. 18	4. 18	15. 24	22. 18	22. 47	16. 16
4	5. 59	6. 8	16. 17	22. 35	22. 52	17. 5	6. 55	4. 41	15. 42	22. 26	22. 40	15. 58
5	5. 36	6. 30	16. 34	22. 42	22. 46	16. 49	6. 33	5. 4	16. 1	22. 34	22. 33	15. 39
6	5. 13	6. 53	16. 51	22. 48	22. 40	16. 33	6. 11	5. 27	16. 19	22. 41	22. 26	15. 21
7	4. 49	7. 15	17. 7	22. 53	22. 34	16. 16	5. 48	5. 50	16. 36	22. 47	22. 18	15. 2
8	4. 26	7. 38	17. 23	22. 59	22. 27	15. 59	5. 25	6. 13	16. 54	22. 53	22. 10	14. 43
9	4. 2	8. 0	17. 39	23. 3	22. 19	15. 41	5. 3	6. 36	17. 11	22. 59	22. 1	14. 23
10	3. 39	8. 22	17. 55	23. 8	22. 12	15. 23	4. 40	6. 59	17. 28	23. 4	21. 52	14. 4
11	3. 15	8. 44	18. 10	23. 12	22. 4	15. 16	4. 17	7. 22	17. 44	23. 9	21. 42	13. 44
12	2. 52	9. 6	18. 25	23. 16	21. 55	14. 47	3. 54	7. 44	18. 0	23. 13	21. 32	13. 24
13	2. 28	9. 27	18. 40	23. 19	21. 46	14. 29	3. 21	8. 7	18. 16	23. 17	21. 22	13. 3
14	2. 4	9. 49	18. 54	23. 22	21. 37	14. 10	3. 7	8. 29	18. 32	23. 20	21. 11	12. 43
15	1. 41	10. 10	19. 8	23. 24	21. 28	13. 52	2. 44	8. 52	18. 47	23. 23	21. 0	12. 22
16	1. 17	10. 31	19. 22	23. 26	21. 18	13. 33	2. 21	9. 14	19. 2	23. 25	20. 48	12. 1
17	0. 53	10. 52	19. 35	23. 28	21. 8	13. 13	1. 58	9. 36	19. 17	23. 27	20. 36	11. 40
18	0. 30	11. 13	19. 48	23. 29	20. 57	12. 54	1. 34	9. 58	19. 31	23. 29	20. 23	11. 19
19	0 6	11. 34	20. 1	23. 30	20. 46	12. 34	1. 11	10. 20	19. 45	23. 29	20. 11	10. 57
	Nord.											
20	0. 18	11. 54	20. 13	23. 30	20. 35	12. 14	0. 47	10. 41	19. 58	23. 30	19. 57	10. 35
21	0. 42	12. 14	20. 25	23. 30	20. 23	11. 54	0. 24	11. 3	20. 11	23. 30	19. 44	10. 14
22	1. 5	12. 34	20. 37	23. 29	20. 11	11. 34	0. 1	11. 24	20. 24	23. 29	19. 30	9. 52
							Sud.					
23	1. 29	12. 54	20. 48	23. 29	19. 59	11. 13	0. 23	11. 45	20. 37	23. 29	19. 15	9. 30
24	1. 52	13. 14	20. 59	23. 27	19. 46	10. 53	0. 47	12. 6	20. 49	23. 27	19. 1	9. 9
25	2. 16	13. 33	21. 10	23. 26	19. 33	10. 32	1. 10	12. 27	21. 0	23. 25	18. 46	8. 45
26	2. 39	13. 52	21. 20	23. 23	19. 19	10. 11	1. 34	13. 47	21. 11	23. 23	18. 30	8. 22
27	3. 3	14. 11	21. 30	23. 21	19. 6	9. 50	1. 57	13. 8	21. 22	23. 20	18. 15	8. 0
28	3. 26	14. 30	21. 39	23. 18	18. 52	9. 29	2. 20	13. 28	21. 33	23. 17	17. 59	7. 37
29	3. 50	14. 49	21. 48	23. 15	18. 38	9. 7	2. 44	13. 48	21. 43	23. 13	17. 42	7. 44
30	4. 13	15. 7	21. 57	23. 11	18. 23	8. 46	3. 7	14. 7	21. 52	23. 9	17. 26	
31	4. 36		22. 6		18. 8	8. 24		14. 27		23. 4	17. 9	

TABVLA

TABULA DECLINATIONIS
solis pro Meridiano Romano.

SECVNDA TABVLA.

dies mẽsiũ.	Martii Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii. Nord. Grad.	Junii. Nord. Grad.	Julii. Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob Sud. Grad.	Noye. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janu. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 14	4. 53	15. 21	22. 12	23. 8	17. 57	8. 7	3. 25	14. 42	21. 59	23. 0	16. 56
2	6. 51	5. 16	15. 38	22. 19	23. 3	17. 42	7. 45	3. 49	15. 0	22. 8	22. 54	16. 38
3	6. 28	5. 39	15. 56	22. 27	22. 59	17. 25	7. 23	4. 12	15. 19	22. 16	22. 49	16. 20
4	6. 5	6. 2	16. 13	22. 34	22. 53	17. 9	7. 1	4. 35	15. 38	22. 24	22. 42	16. 2
5	5. 42	6. 25	16. 30	22. 40	22. 48	16. 53	6. 39	4. 58	15. 56	22. 32	22. 35	15. 44
6	5. 18	6. 47	16. 47	22. 46	22. 42	16. 37	6. 16	5. 22	16. 14	22. 39	22. 28	15. 25
7	4. 55	7. 10	17. 3	22. 52	22. 35	16. 20	5. 54	5. 45	16. 32	22. 46	22. 20	15. 6
8	4. 34	7. 32	17. 20	22. 57	22. 28	16. 3	5. 31	6. 8	16. 49	22. 52	22. 12	14. 47
9	4. 8	7. 55	17. 35	23. 2	22. 21	15. 45	5. 8	6. 31	17. 7	22. 57	22. 3	14. 28
10	3. 45	8. 17	17. 51	23. 7	22. 14	15. 28	4. 45	6. 53	17. 24	23. 3	21. 54	14. 8
11	3. 21	8. 39	18. 6	23. 11	22. 6	15. 10	4. 22	7. 16	17. 40	23. 8	21. 45	13. 48
12	2. 57	9. 0	18. 21	23. 15	21. 57	14. 52	3. 59	7. 39	17. 56	23. 12	21. 35	13. 28
13	2. 34	9. 22	18. 36	23. 18	21. 49	14. 34	3. 36	8. 1	18. 12	23. 16	21. 24	13. 8
14	2. 10	9. 44	18. 50	23. 21	21. 40	14. 15	3. 13	8. 24	18. 28	23. 19	21. 14	12. 48
15	1. 46	10. 5	19. 5	23. 24	21. 30	13. 56	2. 50	8. 46	18. 43	23. 22	21. 2	12. 27
16	1. 23	10. 26	19. 18	23. 26	21. 20	13. 37	2. 27	9. 8	18. 58	23. 25	20. 51	12. 6
17	0. 59	10. 47	19. 32	23. 27	21. 10	13. 18	2. 3	9. 31	19. 13	23. 27	20. 39	11. 45
18	0. 35	11. 8	19. 45	23. 29	20. 59	12. 59	1. 40	9. 52	19. 27	23. 28	20. 26	11. 24
19	0. 12	11. 29	19. 58	23. 29	20. 49	12. 39	1. 17	10. 14	19. 41	23. 39	20. 14	11. 2
	Nord.											
20	0. 12	11. 49	20. 10	23. 30	20. 37	12. 19	0. 53	10. 36	19. 55	23. 30	20. 1	10. 41
21	0. 36	12. 9	20. 22	23. 30	20. 26	11. 59	0. 30	10. 57	20. 8	23. 30	19. 47	10. 19
22	0. 59	12. 30	20. 34	23. 30	20. 14	11. 39	0. 6	11. 19	20. 21	23. 30	19. 33	9. 57
							Sud.					
23	1. 23	12. 49	20. 45	23. 29	20. 2	11. 18	0. 17	11. 40	20. 34	23. 29	19. 19	9. 35
24	1. 47	13. 9	20. 56	23. 28	19. 49	10. 58	0. 41	12. 1	20. 46	23. 27	19. 4	9. 13
25	2. 10	13. 29	21. 7	23. 26	19. 36	10. 37	1. 4	12. 22	20. 57	23. 26	18. 49	8. 50
26	2. 34	13. 48	21. 17	23. 24	19. 23	10. 16	1. 28	12. 42	21. 9	23. 23	18. 34	8. 28
27	2. 57	14. 7	21. 27	23. 22	19. 9	19. 55	1. 51	13. 3	21. 20	23. 21	18. 18	8. 5
28	3. 21	14. 26	21. 37	23. 19	18. 55	19. 34	2. 15	13. 23	21. 30	23. 18	18. 3	7. 42
29	3. 44	14. 44	21. 46	23. 16	18 41	19. 12	2. 38	13. 43	21. 40	23. 14	17. 46	7. 20
30	4. 7	15. 2	21. 55	23. 12	18. 26	18. 51	3. 2	14. 3	21. 50	23. 10	17. 30	
31	4. 30		22. 4		18. 12	18. 29		14. 22		23. 5	17. 13	

Digitized by Google

TABULA DECLINATIONIS
Solis pro Meridiano Romano.

TERTIA TABVLA.

Dies mẽ-siũ.	Martii Sud. Grad.		April. Nord. Grad.		Maii, Nord. Grad.		Junii, Nord. Grad.		Julii, Nord. Grad.		Augu. Nord. Grad.		Sept. Nord. Grad.		Octob Sud. Grad.		Nove. Sud. Grad.		Dece. Sud. Grad.		Janu. Sud. Grad.		Febr. Sud. Grad.	
1	7.	20	4.	48	15.	16	22.	10	23.	9	18.	0	8.	12	3.	19	14.	37	22.	57	23.	1	17.	0
2	6.	57	5.	11	15.	34	22.	17	23.	5	17.	45	7.	51	3.	43	14.	56	22.	6	22.	56	16.	43
3	6.	34	5.	34	15.	52	22.	25	22.	0	17.	29	7.	28	4.	6	15.	15	22.	14	22.	50	16.	25
4	6.	11	5.	57	16.	9	22.	32	22.	55	17.	13	7.	6	4.	30	15.	33	22.	22	22.	44	16.	7
5	5.	47	6.	19	16.	26	22.	39	22.	49	16.	57	6.	44	4.	53	15.	52	22.	30	22.	37	15.	49
6	5.	24	6.	42	16.	43	22.	45	22.	43	16.	41	6.	22	5.	16	16.	10	22.	37	22.	30	15.	31
7	5.	1	7.	5	16.	59	22.	51	22.	37	16.	24	5.	59	5.	39	16.	28	22.	44	22.	22	15.	12
8	4.	37	7.	27	17.	16	22.	56	22.	30	16.	7	5.	36	6.	2	16.	45	22.	50	22.	14	14.	53
9	4.	14	7.	49	17.	32	23.	1	22.	23	15.	50	5.	14	6.	25	17.	3	22.	56	22.	6	14.	34
10	3.	50	8.	11	17.	47	23.	6	22.	16	15.	32	4.	51	6.	48	17.	19	23.	2	22.	57	14.	14
11	3.	27	8.	33	18.	3	23.	10	22.	8	15.	14	4.	28	7.	11	17.	36	23.	6	21.	47	13.	54
12	3.	3	8.	55	18.	18	23.	14	21.	59	14.	56	4.	5	7.	33	17.	53	3.	11	21.	37	13.	34
13	2.	40	9.	17	18.	33	23.	17	21.	51	14.	38	3.	42	7.	56	18.	9	23.	15	21.	27	13.	14
14	2.	16	9.	38	18.	47	23.	20	21.	42	14.	20	3.	19	8.	18	18.	24	23.	18	21.	16	12.	54
15	1.	52	10.	0	19.	1	23.	23	21.	32	14.	1	2.	55	8.	41	18.	40	3.	22	21.	5	12.	33
16	1.	28	10.	21	19.	15	23.	25	21.	25	13.	41	2.	32	9.	3	18.	55	23.	24	20.	54	12.	12
17	1.	5	10.	42	19.	29	23.	27	21.	13	13.	23	2.	9	9.	25	19.	10	23.	26	20.	42	11.	51
18	0.	41	11.	3	19.	42	23.	28	21.	2	13.	3	1.	46	9.	47	19.	24	23.	28	20.	30	11.	30
19	0.	17	11.	24	19.	55	23.	29	20.	51	12.	44	1.	22	0.	9	19.	38	23.	29	20.	17	11.	9
	Nord.																							
20	0.	6	11.	44	20.	7	23.	30	20.	40	12.	24	0.	59	10.	31	19.	52	23.	30	20.	4	10.	47
21	0.	30	12.	5	20.	19	23.	30	20.	29	12.	4	0.	35	10.	52	20.	5	23.	30	19.	52	10.	25
22	0.	54	12.	25	20.	31	23.	30	20.	17	11.	44	0.	12	11.	14	20.	18	23.	30	19.	37	10.	3
													Sud.											
23	1.	17	12.	45	20.	43	23.	29	20.	5	11.	23	0.	12	11.	35	20.	31	23.	29	19.	23	9.	41
24	1.	41	13.	4	20.	54	23.	28	19.	52	11.	3	0.	35	11.	56	20.	43	23.	28	19.	8	9.	19
25	2.	5	13.	24	21.	5	23.	26	19.	39	10.	42	0.	59	12.	17	20.	55	23.	26	18.	53	8.	56
26	2.	28	13.	43	21.	15	23.	25	19.	26	10.	21	1.	22	12.	37	21.	6	23.	24	18.	38	8.	34
27	2.	52	14.	2	21.	25	23.	22	19.	12	10.	0	1.	46	12.	58	21.	17	23.	21	18.	22	8.	11
28	3.	15	14.	22	21.	35	23.	20	18.	59	9.	39	2.	9	13.	18	21.	28	23.	18	18.	7	7.	48
29	3.	38	14.	40	21.	44	23.	16	18.	44	9.	18	2.	33	13.	38	21.	38	23.	15	17.	50	7.	26
30	4.	2	14.	58	21.	53	23.	13	18.	30	8.	56	2.	56	13.	58	1.	48	23.	11	17.	34		
31	4.	25			2.	1			18.	15	8.	34			14.	17			23.	6	17.	17		

TABVLA

Digitized by Google

TABULA DECLINATIONIS
Solis pro Meridiano Romano.

QVARTA TABVLA.

Dies mẽsiũ.	Martii Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii, Nord. Grad.	Junii, Nord. Grad.	Julii, Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janu. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 26	4. 22	15. 12	22. 7	23. 10	18. 5	8. 19	3. 13	14. 31	21. 54	23. 3	17. 4
2	7. 3	5. 5	15. 29	22. 15	23. 6	17. 49	7. 57	3. 37	14. 51	22. 3	22. 57	16. 47
3	6. 40	5. 28	15. 47	22. 23	23. 1	17. 34	7. 35	4. 0	15. 10	22. 12	22. 52	16. 29
4	6. 17	5. 51	16. 4	22. 30	22. 56	17. 18	7. 13	4. 23	15. 29	22. 20	22. 45	16. 12
5	6. 54	6. 13	16. 21	22. 37	22. 51	17. 2	6. 51	4. 47	15. 47	22. 28	22. 39	15. 53
6	5. 31	6. 36	16. 38	22. 43	22. 45	16. 45	6. 28	5. 10	16. 5	22. 35	22. 32	15. 35
7	5. 7	6. 58	13. 55	22. 49	22. 39	16. 29	6. 6	5. 33	16. 23	22. 42	22. 24	15. 16
8	4. 44	7. 21	17. 11	22. 55	22. 32	16. 12	5. 43	5. 56	16. 41	22. 49	22. 16	14. 57
9	4. 20	7. 43	17. 27	23. 0	22. 25	15. 54	5. 20	6. 19	17. 58	22. 55	22. 2	14. 38
10	3. 57	7. 5	17. 43	23. 5	22. 18	15. 37	4. 57	6. 42	17. 15	23. 0	22. 59	14. 18
11	3. 33	8. 27	17. 59	23. 9	22. 10	15. 19	4. 34	7. 5	17. 32	23. 5	21. 50	13. 59
12	3. 10	8. 49	18. 14	23. 13	22. 2	15. 1	4. 11	7. 27	17. 48	23. 10	21. 40	13. 39
13	2. 46	9. 11	18. 29	23. 17	21. 53	14. 43	3. 48	7. 50	18. 4	23. 14	21. 30	13. 19
14	2. 23	9. 32	18. 43	23. 20	21. 44	14. 25	3. 25	8. 12	18. 20	23. 18	21. 19	12. 38
15	1. 59	9. 54	18. 57	23. 22	21. 35	14. 6	3. 2	8. 35	18. 36	23. 21	21. 8	12. 38
16	1. 35	10. 15	19. 11	23. 24	21. 25	13. 47	2. 39	8. 57	18. 51	23. 24	20. 57	12. 17
17	1. 11	10. 36	16. 25	23. 26	21. 15	13. 28	2. 15	9. 19	19. 6	23. 26	20. 45	11. 56
18	0. 47	10. 57	19. 38	23. 28	21. 5	13. 9	1. 52	9. 41	19. 20	23. 28	20. 33	11. 35
19	0. 24	11. 18	19. 51	23. 29	20. 54	12. 49	1. 29	10. 3	19. 34	23. 29	20. 20	11. 13
	Nord.											
20	0. 0	11. 39	20. 3	23. 30	20. 43	12. 29	1. 5	10. 25	19. 48	23. 30	20. 7	10. 52
21	0. 24	11. 59	20. 16	23. 30	20. 32	12. 9	0. 42	10. 46	20. 1	23. 30	19. 54	10. 30
22	0. 47	12. 19	20. 28	23. 30	20. 20	11. 49	0. 18	11. 8	20. 14	23. 30	19. 40	10. 8
							Sud.					
23	1. 11	12. 39	20. 39	23. 29	20. 8	11. 29	0. 5	11. 29	20. 27	23. 30	19. 26	9. 46
24	1. 34	12. 59	20. 51	23. 28	19. 56	11. 8	0. 29	11. 50	20. 39	23. 29	19. 12	9. 24
25	2. 58	13. 19	21. 1	23. 27	19. 43	10. 47	0. 52	12. 11	20. 51	23. 27	18. 57	9. 9
26	2. 21	13. 38	21. 12	23. 25	19. 30	10. 26	1. 16	12. 31	21. 3	23. 25	18. 42	8. 39
27	2. 45	13. 57	21. 22	23. 23	19. 16	10. 5	1. 38	12. 52	21. 14	23. 23	18. 27	8. 17
28	3. 8	14. 16	21. 32	23. 20	19. 3	9. 44	2. 3	13. 12	21. 25	23. 20	18. 11	7. 54
29	3. 32	14. 35	21. 41	23. 17	18. 49	9. 23	2. 27	13. 32	21. 35	23. 17	17. 55	7. 31
30	3. 55	14. 53	21. 50	23. 14	18. 34	9. 2	2. 50	13. 52	21. 45	23. 13	17. 38	
31	4. 19		21. 59		18. 19	8. 40		14. 12		23. 8	17. 22	

TABVLA

Digitized by Google

TABULA DECLINATIONIS
Solis pro Meridiano Romano.

TERTIA TABVLA.

Dies mẽ-siũ.	Martii Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii, Nord. Grad.	Junii, Nord. Grad.	Julii, Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janu. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 20	4. 48	15. 16	22. 10	23. 9	18. 0	8. 12	3. 19	14. 37	22. 57	23. 1	17. 0
2	6. 57	5. 11	15. 34	22. 17	23. 5	17. 45	7. 51	3. 43	14. 56	22. 6	22. 56	16. 43
3	6. 34	5. 34	15. 52	22. 25	22. 0	17. 29	7. 28	4. 6	15. 15	22. 14	22. 50	16. 25
4	6. 11	5. 57	16. 9	22. 32	22. 55	17. 13	7. 6	4. 30	15. 33	22. 22	22. 44	16. 7
5	5. 47	6. 19	16. 26	22. 39	22. 49	16. 57	6. 44	4. 53	15. 52	22. 30	22. 37	15. 49
6	5. 24	6. 42	16. 43	22. 45	22. 43	16. 41	6. 22	5. 16	16. 10	22. 37	22. 30	15. 31
7	5. 1	7. 5	16. 59	22. 51	22. 37	16. 24	5. 59	5. 39	16. 28	22. 44	22. 22	15. 12
8	4. 37	7. 27	17. 16	22. 56	22. 30	16. 7	5. 36	6. 2	16. 45	22. 50	22. 14	14. 53
9	4. 14	7. 49	17. 32	23. 1	22. 23	15. 50	5. 14	6. 25	17. 3	22. 56	22. 6	14. 34
10	3. 50	8. 11	17. 47	23. 6	22. 16	15. 32	4. 51	6. 48	17. 19	23. 2	22. 57	14. 14
11	3. 27	8. 33	18. 3	23. 10	22. 8	15. 14	4. 28	7. 11	17. 36	23. 6	21. 47	13. 54
12	3. 3	8. 55	18. 18	23. 14	21. 59	14. 56	4. 5	7. 33	17. 53	3. 11	21. 37	13. 34
13	2. 40	9. 17	18. 33	23. 17	21. 51	14. 38	3. 42	7. 56	18. 9	23. 15	21. 27	13. 14
14	2. 16	9. 38	18. 47	23. 20	21. 42	14. 20	3. 19	8. 18	18. 24	23. 18	21. 16	12. 54
15	1. 52	10. 0	19. 1	23. 23	21. 32	14. 1	2. 55	8. 41	18. 40	3. 22	21. 5	12. 33
16	1. 28	10. 21	19. 15	23. 25	21. 25	13. 41	2. 32	9. 3	18. 55	23. 24	20. 54	12. 12
17	1. 5	10. 42	19. 29	23. 27	21. 13	13. 23	2. 9	9. 25	19. 10	23. 26	20. 42	11. 51
18	0. 41	11. 3	19. 42	23. 28	21. 2	13. 3	1. 46	9. 47	19. 24	23. 28	20. 30	11. 30
19	0. 17	11. 24	19. 55	23. 29	20. 51	12. 44	1. 22	0. 9	19. 38	23. 29	20. 17	11. 9
20	Nord. 0. 6	11. 44	20. 7	23. 30	20. 40	12. 24	0. 59	10. 31	19. 52	23. 30	20. 4	10. 47
21	0. 30	12. 5	20. 19	23. 30	20. 29	12. 4	0. 35	10. 52	20. 5	23. 30	19. 52	10. 25
22	0. 54	12. 25	20. 31	23. 30	20. 17	11. 44	0. 12	11. 14	20. 18	23. 30	19. 37	10. 3
23	1. 17	12. 45	20. 43	23. 29	20. 5	11. 23	Sud. 0. 12	11. 35	20. 31	23. 29	19. 23	9. 41
24	1. 41	13. 4	20. 54	23. 28	19. 52	11. 3	0. 35	11. 56	20. 43	23. 28	19. 8	9. 19
25	2. 5	13. 24	21. 5	23. 26	19. 39	10. 42	0. 59	12. 17	20. 55	23. 26	18. 53	8. 56
26	2. 28	13. 43	21. 15	23. 25	19. 26	10. 21	1. 22	12. 37	21. 6	23. 24	18. 38	8. 34
27	2. 52	14. 2	21. 25	23. 22	19. 12	10. 0	1. 46	12. 58	21. 17	23. 21	18. 22	8. 11
28	3. 15	14. 22	21. 35	23. 20	18. 59	9. 39	2. 9	13. 18	21. 28	23. 18	18. 7	7. 48
29	3. 38	14. 40	21. 44	23. 16	18. 44	9. 18	2. 33	13. 38	21. 38	23. 15	17. 50	7. 26
30	4. 2	14. 58	21. 53	23. 13	18. 30	8. 56	2. 56	13. 58	1. 48	23. 11	17. 34	
31	4. 25		2. 1		18. 15	8. 34		14. 17		23. 6	17. 17	

TABVLA

Digitized by Google

TABULA DECLINATIONIS
Solis pro Meridiano Romano.

QVARTA TABVLA.

Dies mẽsiũ.	Martii Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii, Nord. Grad.	Junii, Nord. Grad.	Julii, Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janu. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 26	4. 22	15. 12	22. 7	23. 10	18. 5	8. 19	3. 13	14. 31	21. 54	23. 3	17. 4
2	7. 3	5. 5	15. 29	22. 15	23. 6	17. 49	7. 57	3. 37	14. 51	22. 3	22. 57	16. 47
3	6. 40	5. 28	15. 47	22. 23	23. 1	17. 34	7. 35	4. 0	15. 10	22. 12	22. 52	16. 29
4	6. 17	5. 51	16. 4	22. 30	22. 56	17. 18	7. 13	4. 23	15. 29	22. 20	22. 45	16. 12
5	6. 54	6. 13	16. 21	22. 37	22. 51	17. 2	6. 51	4. 47	15. 47	22. 28	22. 39	15. 53
6	5. 31	6. 36	16. 38	22. 43	22. 45	16. 45	6. 28	5. 10	16. 5	22. 35	22. 32	15. 35
7	5. 7	6. 58	13. 55	22. 49	22. 39	16. 29	6. 6	5. 33	16. 23	22. 42	22. 24	15. 16
8	4. 44	7. 21	17. 11	22. 55	22. 32	16. 12	5. 43	5. 56	16. 41	22. 49	22. 16	14. 57
9	4. 20	7. 43	17. 27	23. 0	22. 25	15. 54	5. 20	6. 19	17. 58	22. 55	22. 2	14. 38
10	3. 57	7. 5	17. 43	23. 5	22. 18	15. 37	4. 57	6. 42	17. 15	23. 0	22. 59	14. 18
11	3. 33	8. 27	17. 59	23. 9	22. 10	15. 19	4. 34	7. 5	17. 32	23. 5	21. 50	13. 59
12	3. 10	8. 49	18. 14	23. 13	22. 2	15. 1	4. 11	7. 27	17. 48	23. 10	21. 40	13. 39
13	2. 46	9. 11	18. 29	23. 17	21. 53	14. 43	3. 48	7. 50	18. 4	23. 14	21. 30	13. 19
14	2. 23	9. 32	18. 43	23. 20	21. 44	14. 25	3. 25	8. 12	18. 20	23. 18	21. 19	12. 38
15	1. 59	9. 54	18. 57	23. 22	21. 35	14. 6	3. 2	8. 35	18. 36	23. 21	21. 8	12. 38
16	1. 35	10. 15	19. 11	23. 24	21. 25	13. 47	2. 39	8. 57	18. 51	23. 24	20. 57	12. 17
17	1. 11	10. 36	16. 25	23. 26	21. 15	13. 28	2. 15	9. 19	19. 6	23. 26	20. 45	11. 56
18	0. 47	10. 57	19. 38	23. 28	21. 5	13. 9	1. 52	9. 41	19. 20	23. 28	20. 33	11. 35
19	0. 24	11. 18	19. 51	23. 29	20. 54	12. 49	1. 29	10. 3	19. 34	23. 29	20. 20	11. 13
	Nord.											
20	0. 0	11. 39	20. 3	23. 30	20. 43	12. 29	1. 5	10. 25	19. 48	23. 30	20. 7	10. 52
21	0. 24	11. 59	20. 16	23. 30	20. 32	12. 9	0. 42	10. 46	20. 1	23. 30	19. 54	10. 30
22	0. 47	12. 19	20. 28	23. 30	20. 20	11. 49	0. 18	11. 8	20. 14	23. 30	19. 40	10. 8
							Sud.					
23	1. 11	12. 39	20. 39	23. 29	20. 8	11. 29	0. 5	11. 29	20. 27	23. 30	19. 26	9. 46
24	1. 34	12. 59	20. 51	23. 28	19. 56	11. 8	0. 29	11. 50	20. 39	23. 29	19. 12	9. 24
25	2. 58	13. 19	21. 1	23. 27	19. 43	10. 47	0. 52	12. 11	20. 51	23. 27	18. 57	9. 9
26	2. 21	13. 38	21. 12	23. 25	19. 30	10. 26	1. 16	12. 31	21. 3	23. 25	18. 42	8. 39
27	2. 45	13. 57	21. 22	23. 23	19. 16	10. 5	1. 38	12. 52	21. 14	23. 23	18. 27	8. 17
28	3. 8	14. 16	21. 32	23. 20	19. 3	9. 44	2. 3	13. 12	21. 25	23. 20	18. 11	7. 54
29	3. 32	14. 35	21. 41	23. 17	18. 49	9. 23	2. 27	13. 32	21. 35	23. 17	17. 55	7. 31
30	3. 55	14. 53	21. 50	23. 14	18. 34	9. 2	2. 50	13. 52	21. 45	23. 13	17. 38	
31	4. 19		21. 59		18. 19	8. 40		14. 12		23. 8	17. 22	

TABVLA

Digitized by Google

TABULA DECLINATIONIS
Solis pro Meridiano Romano.

QVINTA TABVLA.

dies mẽ-siũ.	Martii, Sud. Grad.		April. Nord. Grad.		Maii, Nord. Grad.		Junii, Nord. Grad.		Julii, Nord. Grad.		Augu. Nord. Grad.		Sept. Nord. Grad.		Octob. Sud. Grad.		Nove. Sud. Grad.		Dece. Sud. Grad.		Janu. Sud. Grad.		Febr. Sud. Grad.	
1	7.	31	4.	36	15.	7	22.	6	23.	11	18.	8	8.	24	3.	7	14.	27	21.	52	23.	4	17.	9
2	7.	9	4.	59	15.	25	22.	13	23.	7	17.	53	8.	2	3.	31	14.	46	22.	1	22.	59	16.	51
3	6.	46	5.	22	15.	43	22.	21	23.	2	17.	37	7.	40	3.	54	15.	5	22.	10	22.	53	16.	34
4	6.	23	5.	45	16.	0	22.	28	22.	57	17.	22	7.	18	4.	18	15.	24	22.	18	22.	47	16.	16
5	5.	59	6.	8	16.	17	22.	35	22.	52	17.	5	6.	55	4.	41	15.	42	22.	26	22.	40	15.	38
6	5.	36	6.	30	16.	34	22.	42	22.	46	16.	49	6.	33	5.	4	16.	1	22.	34	22.	33	15.	39
7	5.	13	6.	53	16.	51	22.	48	22.	40	16.	33	6.	11	5.	27	16.	19	22.	41	22.	26	15.	21
8	4.	49	7.	15	17.	7	22.	53	22.	34	16.	16	5.	48	5.	50	16.	36	22.	47	22.	18	15.	2
9	4.	26	7.	38	17.	23	23.	59	22.	27	15.	59	5.	25	6.	13	16.	54	22.	53	22.	10	14.	43
10	4.	2	8.	0	17.	39	23.	3	22.	19	15.	41	5.	3	6.	36	17.	11	22.	59	22.	1	14.	23
11	3.	39	8.	22	17.	55	23.	8	22.	12	15.	23	4.	40	6.	59	17.	28	23.	4	21.	52	14.	4
12	3.	15	8.	44	18.	10	23.	12	22.	4	15.	6	4.	17	7.	22	17.	44	23.	9	21.	42	13.	44
13	2.	52	9.	6	18.	25	23.	16	21.	55	14.	47	3.	54	7.	44	18.	0	23.	13	21.	32	13.	24
14	2.	28	9.	27	18.	40	23.	19	21.	46	14.	29	3.	21	8.	7	18.	16	23.	17	21.	22	13.	3
15	2.	4	9.	49	18.	54	23.	22	21.	37	14.	10	3.	7	8.	29	18.	32	23.	20	21.	11	12.	43
16	1.	41	10.	10	19.	8	23.	24	21.	28	13.	52	2.	44	8.	52	18.	47	23.	23	21.	0	12.	22
17	1.	17	10.	31	19.	22	23.	26	21.	18	13.	33	2.	21	9.	14	19.	2	23.	25	20.	48	12.	1
18	0.	53	10.	52	19.	35	23.	28	21.	8	13.	13	1.	58	9.	36	19.	17	23.	27	20.	36	11.	40
19	0	39	11.	13	19.	48	23.	29	20.	57	12.	54	1.	34	9.	58	19.	31	23.	29	20.	23	11.	19
20	0.	6	11.	34	20.	1	23.	30	20.	46	12.	34	1.	11	10.	20	19.	45	23.	29	20.	11	10.	57
	Nord.																							
21	0.	18	11.	54	20.	13	23.	30	20.	35	12.	14	0.	47	10.	41	19.	58	23.	30	19.	57	10.	35
22	0.	42	12.	14	20.	25	23.	30	20.	23	11.	54	0.	24	11.	3	20.	11	23.	30	19.	44	10.	14
													Sud.											
23	1.	5	12.	34	20.	37	23.	29	20.	11	11.	34	0.	1	11.	24	20.	24	23.	29	19.	30	9.	52
24	1.	29	12.	54	20.	48	23.	29	19.	59	11.	13	0.	23	11.	45	20.	37	23.	29	19.	15	9.	30
25	1.	52	13.	14	20.	59	23.	27	19.	46	10.	53	0.	47	12.	6	20.	49	23.	27	19.	1	9.	9
26	2.	16	13.	33	21.	10	23.	26	19.	33	10.	32	1.	10	12.	27	21.	0	23.	25	18.	46	8.	45
27	2.	39	13.	52	21.	20	23.	23	19.	19	10.	11	1.	34	12.	47	21.	11	23.	23	18.	30	8.	22
28	3.	3	14.	11	21.	30	23.	21	19.	6	9.	50	1.	57	13.	8	21.	22	23.	20	18.	15	8.	0
29	3.	26	14.	30	21.	39	23.	18	18.	52	9.	29	2.	20	13.	28	21.	33	23.	17	17.	59	7.	37
30	3.	50	14.	49	21.	48	23.	15	18.	38	9.	7	2.	44	13.	48	21.	43	23.	13	17.	42		
31	4.	13			21.	57			18.	23	8.	46			14.	7			23.	9	17.	26		

TABVLA

Digitized by Google

TABULA DECLINATIONIS
Solis pro Meridiano Romano.

SEXTA TABVLA.

dies mẽsiũ.	Martii, Sud. Grad.		April. Nord. Grad.		Maii, Nord. Grad.		Junii, Nord. Grad.		Julii, Nord. Grad.		Augu. Nord. Grad.		Sept. Nord. Grad.		Octob. Sud. Grad.		Nove. Sud. Grad.		Dece. Sud. Grad.		Janu. Sud. Grad.		Febr. Sud. Grad.	
1	7.	37	4.	30	15.	2	22.	4	23.	12	18.	12	8.	29	3.	4	14.	22	21.	50	23.	5	17.	13
2	7.	14	4.	53	15.	21	22.	12	23.	8	17.	57	8.	7	3.	25	14.	42	21.	59	22.	0	16.	56
3	6.	51	5.	16	15.	38	22.	19	23.	3	17.	42	7.	45	3.	49	15.	0	22.	8	22.	54	16.	38
4	6.	28	5.	39	15.	56	22.	27	22.	59	17.	25	7.	23	4.	12	15.	19	22.	16	22.	49	16.	20
5	6.	5	6.	2	16.	13	22.	34	22.	53	17.	9	7.	1	4.	35	15.	38	22.	24	22.	42	16.	2
6	5.	42	6.	25	16.	30	22.	40	22.	48	16.	53	6.	39	4.	58	15.	56	22.	32	22.	35	15.	44
7	5.	18	6.	47	16.	47	22.	46	22.	42	16.	37	6.	16	5.	22	16.	14	22.	39	22.	28	15.	25
8	4.	55	7.	10	17.	3	22.	52	22.	35	16.	20	5.	54	5.	45	16.	32	22.	46	22.	20	15.	6
9	4.	32	7.	32	17.	20	22.	57	22.	28	16.	3	5.	31	6.	8	16.	49	22.	52	22.	12	14.	47
10	4.	8	7.	55	17.	35	23.	2	22.	21	15.	45	5.	8	6.	31	17.	7	22.	57	22.	3	14.	28
11	3.	45	8.	17	17.	51	23.	7	22.	14	15.	28	4.	45	6.	53	17.	24	23.	3	21.	54	14.	8
12	3.	21	8.	39	18.	6	23.	11	22.	6	15.	10	4.	22	7.	16	17.	49	23.	8	21.	45	13.	48
13	2.	57	9.	0	18.	21	23.	15	21.	57	14.	52	3.	59	7.	39	17.	56	23.	12	21.	35	13.	28
14	2.	34	9.	22	18.	36	23.	18	21.	49	14.	34	3.	36	8.	1	18.	12	23.	16	21.	24	13.	8
15	2.	10	9.	44	18.	50	23.	21	21.	40	14.	15	3.	13	8.	24	18.	28	23.	19	21.	14	12.	48
16	1.	46	10.	5	19.	5	23.	24	21.	30	13.	56	2.	50	8.	46	18.	43	23.	22	21.	2	12.	27
17	1.	23	10.	26	19.	18	23.	26	21.	20	13.	37	2.	27	9.	8	18.	58	23.	25	20.	51	12.	6
18	0.	59	10.	47	19.	32	23.	27	21.	10	13.	18	2.	3	9.	31	19.	13	23.	27	20.	39	11.	45
19	0	35	11.	8	19.	45	23.	29	20.	59	12.	59	1.	40	9.	52	19.	27	23.	28	20.	26	11.	24
20	0.	12	11.	29	19.	58	23.	29	20.	49	12.	39	1.	17	10.	14	19.	41	23.	29	20.	14	11.	2
	Nord.																							
21	0.	12	11.	49	20.	10	23.	30	20.	37	12.	19	0.	53	10.	36	19.	55	23.	30	20.		10.	41
22	0.	36	12.	9	20.	22	23.	30	20.	26	11.	59	0.	30	10.	57	20.	8	23.	30	19.	47	10.	19
23	0.	59	12.	30	20.	34	23.	30	20.	14	11.	39	0.	6	11.	19	20.	21	23.	30	19.	33	9.	57
													Sud.											
24	1.	23	12.	49	20.	45	23.	29	20.	2	11.	18	0.	18	11.	40	20.	34	23.	29	19.	19	9.	35
25	1.	47	13.	9	20.	56	23.	28	19.	49	10.	58	0.	41	12.	1	20.	46	23.	27	19.	4	9.	13
26	2.	10	13.	29	21.	7	23.	26	19.	36	10.	37	1.	4	12.	22	20.	57	23.	26	18.	49	8.	50
27	2.	34	13.	48	21.	17	23.	24	19.	23	10.	16	1.	28	12.	42	21.	9	23.	23	18.	34	8.	28
28	2.	57	14.	7	21.	27	23.	22	19.	9	9.	55	1.	51	13.	3	21.	20	23.	21	18.	18	8.	5
29	3.	21	14.	26	21.	37	23.	19	18.	55	9.	34	2.	15	13.	23	21.	30	23.	18	18.	3	7.	42
30	3.	44	14.	44	21.	46	23.	16	18.	41	9.	12	2.	38	13.	43	21.	40	23.	14	17.	46		
31	4.	7			21.	55			18.	26	8.	51			14.	3			23.	10	17.	30		

Digitized by Google

TABULA DECLINATIONIS Solis pro Meridiano Romano.

SEPTIMA TABVLA.

Dies mẽ-siũ.	Martii Sud. Grad.		April. Nord. Grad.		Maii, Nord. Grad.		Junii, Nord. Grad.		Julii, Nord. Grad.		Augu. Nord. Grad.		Sept. Nord. Grad.		Octob Sud. Grad.		Nove. Sud. Grad.		Dece. Sud. Grad.		Janu. Sud. Grad.		Febr. Sud. Grad.	
1	7.	42	5.	25	14.	58	22.	1	23.	13	18.	15	8.	34	2.	56	14.	17	21.	48	23.	6	17.	17
2	7.	20	4.	48	15.	16	22.	10	23.	9	18.	0	8.	12	3.	19	14.	37	22.	57	23.	1	17.	0
3	6.	57	5.	11	15.	34	22.	17	23.	5	17.	45	7.	51	3.	43	14.	56	22.	6	22.	56	16.	43
4	6.	34	5.	34	15.	52	22.	25	23.	0	17.	29	7.	28	4.	6	15.	15	22.	14	22.	50	16.	25
5	6.	11	5.	57	16.	9	22.	32	22.	55	17.	13	7.	6	4.	30	15.	33	22.	22	22.	44	16.	7
6	5.	47	6.	19	16.	26	22.	39	22.	49	16.	57	6.	44	4.	53	15.	52	22.	30	22.	37	15.	49
7	5.	24	6.	42	16.	43	22.	45	22.	43	16.	41	6.	22	5.	16	16.	10	22.	37	22.	30	15.	31
8	5.	1	7.	5	16.	59	22.	51	22.	37	16.	24	5.	59	5.	39	16.	28	22.	44	22.	22	15.	12
9	4.	37	7.	27	17.	16	22.	56	22.	30	16.	7	5.	36	6.	2	16.	45	22.	50	22.	14	14.	53
10	4.	14	7.	49	17.	32	23.	1	22.	23	15.	50	5.	14	6.	25	17.	3	22.	55	22.	6	14.	34
11	3.	50	8.	11	17.	47	23.	6	22.	16	15.	32	4.	51	6.	48	17.	19	23.	2	22.	57	14.	14
12	3.	27	8.	33	18.	3	23.	10	22.	8	15.	14	4.	28	7.	11	17.	36	23.	6	21.	47	13.	54
13	3.	3	8.	55	18.	18	23.	14	21.	59	14.	56	4.	5	7.	33	17.	53	23.	11	21.	37	13.	34
14	2.	40	9.	17	18.	33	23.	17	21.	51	14.	38	3.	42	7.	56	18.	9	23.	15	21.	27	13.	14
15	2.	16	9.	38	18.	47	23.	20	21.	42	14.	20	3.	19	8.	18	18.	24	23.	18	21.	16	12.	54
16	1.	52	10.	0	19.	1	23.	23	21.	32	14.	1	2.	55	8.	41	18.	40	23.	22	21.	5	12.	33
17	1.	28	10.	21	19.	15	23.	25	21.	23	13.	42	2.	32	9.	3	18.	55	23.	24	20.	54	12.	12
18	1.	5	10.	42	19.	29	23.	27	21.	13	13.	23	2.	9	9.	25	19.	10	23.	26	20.	42	11.	51
19	0.	41	11.	3	19.	42	23.	28	21.	2	13.	3	1.	46	9.	47	19.	24	23.	28	20.	30	11.	30
20	0.	17	11.	24	19.	55	23.	29	20.	51	12.	44	1.	22	10.	9	19.	38	23.	29	20.	17	11.	9
	Nord.																							
21	0.	6	11.	44	20.	7	23.	30	20.	40	12.	24	0.	59	10.	31	19.	52	23.	30	20.	4	10.	47
22	0.	30	12.	15	20.	19	23.	30	20.	29	12.	4	0.	35	10.	52	20.	5	23.	30	19.	5	10.	25
23	0.	54	12.	25	20.	31	23.	30	20.	17	11.	44	0.	12	11.	14	20.	18	23.	30	19.	37	10.	3
													Sud.											
24	1.	17	12.	45	20.	43	23.	29	20.	5	11.	23	0.	12	11.	35	20.	31	23.	29	19.	23	9.	41
25	1.	41	13.	4	20.	54	23.	28	19.	52	11.	3	0.	35	11.	56	20.	43	23.	28	19.	8	9.	19
26	2.	5	13.	24	21.	5	23.	26	19.	39	10.	42	0.	59	12.	17	20.	55	23.	26	18.	53	8.	56
27	2.	28	13.	43	21.	15	23.	25	19.	26	10.	21	1.	22	12.	37	21.	6	23.	24	18.	38	8.	34
28	2.	52	14.	2	21.	25	23.	22	19.	12	10.	0	1.	46	12.	58	21.	17	23.	21	18.	22	8.	11
29	3.	15	14.	22	21.	35	23.	20	18.	59	9.	39	2.	9	13.	18	21.	28	23.	18	18.	7	7.	48
30	3.	38	14.	40	21.	44	23.	16	18.	44	9.	18	2.	32	13.	38	21.	38	23.	15	17.	50		
31	4.	2			21.	53			18.	30	8.	56			13.	58			23.	11	17.	34		

TABVLA

TABULA DECLINATIONIS
Solis pro Meridiano Romano.

OCTAVA TABVLA.

Dies mẽsiũ.	Martii Sud. Grad.	April. Nord. Grad.	Maii, Nord. Grad.	Junii, Nord. Grad.	Julii, Nord. Grad.	Augu. Nord. Grad.	Sept. Nord. Grad.	Octob Sud. Grad.	Nove. Sud. Grad.	Dece. Sud. Grad.	Janu. Sud. Grad.	Febr. Sud. Grad.
1	7. 3	5. 5	15. 29	22. 15	23. 6	17. 49	7. 57	3. 37	14. 51	22. 3	22. 57	16. 46
2	6. 40	5. 28	16. 47	22. 23	23. 1	17. 34	7. 35	4. 0	15. 10	22. 12	22. 52	16. 29
3	6. 17	5. 51	16. 4	22. 30	22. 56	17. 18	7. 13	4. 23	15. 29	22. 20	22. 45	16. 12
4	5. 54	6. 13	16. 21	22. 37	22. 51	17. 2	6. 51	4. 47	15. 47	22. 28	22. 39	15. 53
5	5. 31	6. 36	16. 38	22. 43	22. 45	16. 45	6. 28	5. 10	16. 5	22. 35	22. 32	15. 35
6	5. 7	6. 58	16. 55	22. 49	22. 39	16. 29	6. 6	5. 33	16. 23	22. 42	22. 24	15. 16
7	4. 44	7. 21	17. 11	22. 55	22. 32	16. 12	5. 43	5. 56	16. 41	22. 49	22. 16	14. 57
8	4. 20	7. 43	17. 27	23. 0	22. 25	15. 54	5. 20	6. 19	16. 58	22. 55	22. 8	14. 38
9	3. 57	8. 5	17. 43	23. 5	22. 18	15. 35	4. 57	6. 42	17. 15	23. 0	21. 59	14. 18
10	3. 33	8. 27	17. 59	23. 9	22. 10	15. 19	4. 34	7. 5	17. 32	23. 5	21. 50	13. 59
11	3. 10	8. 49	18. 14	23. 13	22. 2	15. 1	4. 11	7. 27	17. 48	23. 10	21. 40	13. 39
12	2. 46	9. 11	18. 29	23. 17	21. 53	14. 43	3. 48	7. 50	18. 4	23. 14	21. 30	13. 19
13	2. 23	9. 32	18. 43	23. 20	21. 44	14. 25	3. 25	8. 12	18. 20	23. 18	21. 19	12. 58
14	1. 59	9. 54	18. 57	23. 22	21. 35	14. 6	3. 2	8. 35	18. 36	23. 11	21. 8	12. 38
15	1. 35	10. 15	19. 11	23. 24	21. 25	13. 47	2. 39	8. 57	18. 51	23. 24	20. 57	12. 17
16	1. 11	10. 36	19. 25	23. 26	21. 15	13. 28	2. 15	9. 19	19. 6	23. 26	20. 45	11. 56
17	0. 47	10. 57	19. 38	23. 28	21. 5	13. 9	1. 52	9. 41	19. 20	23. 28	20. 33	11. 35
18	0. 24	11. 18	19. 51	23. 29	20. 54	12. 49	1. 29	10. 3	19. 34	23. 29	20. 20	11. 13
19	0. 0	11. 39	20. 3	23. 30	20. 43	12. 29	1. 5	10. 25	19. 48	23. 30	20. 7	10. 52
	Nord.											
20	0. 24	11. 59	20. 16	23. 30	20. 32	12. 9	0. 42	10. 46	20. 1	23. 30	19. 54	10. 30
21	0. 47	12. 19	20. 28	23. 30	20. 20	11. 49	0. 18	11. 8	20. 14	23. 30	19. 40	10. 8
22	1. 11	12. 39	20. 39	23. 29	20. 8	11. 29	0. 5	11. 29	20. 27	23. 30	19. 26	9. 46
							Sud.					
23	1. 34	12. 59	20. 51	23. 28	19. 56	11. 8	0. 29	11. 50	20. 39	23. 29	19. 12	9. 24
24	1. 58	13. 19	21. 1	23. 27	19. 43	10. 47	0. 52	12. 11	20. 51	23. 27	18. 57	9. 2
25	2. 21	13. 38	21. 12	23. 25	19. 30	10. 26	1. 16	12. 31	21. 3	23. 25	18. 42	8. 39
26	2. 45	13. 57	21. 22	23. 23	19. 16	1. 5	1. 39	12. 52	21. 14	23. 23	18. 27	8. 17
27	3. 8	14. 16	21. 32	23. 20	19. 3	9. 44	2. 3	13. 12	21. 25	23. 20	18. 11	7. 54
28	3. 32	14. 35	21. 41	23. 17	18. 49	9. 23	2. 27	13. 32	21. 35	23. 17	17. 55	7. 31
29	3. 55	14. 53	21. 50	22. 14	18. 34	9. 2	2. 50	13. 52	21. 45	23. 13	17. 38	7. 9
30	4. 19	15. 11	21. 59	23. 10	18. 19	8. 40	3. 13	14. 12	21. 54	23. 8	17. 22	
31	4. 42		22. 7		18. 5	8. 19		14. 31		23. 3	17. 4	

Digitized by Google

TRACTATUS XX.

OPTICA.

PARTEM Matheſeos jucundiſsimam inter alias aggredimur, quam opticam nominamus; Sub qua nuncupatione ea omnia, quæ ad oculum quomodocumque pertinent, non comprehendimus; ut eam à Dioptricâ & Catoptricâ diſtinguamus. Sed ea tantum quæ aut viſionem in communi, aut directam reſpiciunt.

Liber primus, erit de viſione in communi, & de eius natura, & proprietatibus, fallaciis, quantum patientur hujus ſcientiæ limites aget.

Secundus aget de Viſione duorum.

Tertius, de Propagatione luminis, in quo unum mihi condonari poſtulo, nempe ut tantiſper de rigore geometrico remittere liceat. Rem enim non abſtractam, & remotam à ſenſibus explicandam ſuſcipio; ſed iis penitus immerſam. Secundum ut quæcumque certis, & indubitatis experimentis comprobata referam, quaſi ſufficienter demonſtrata aſſumere deinceps mihi concedatur.

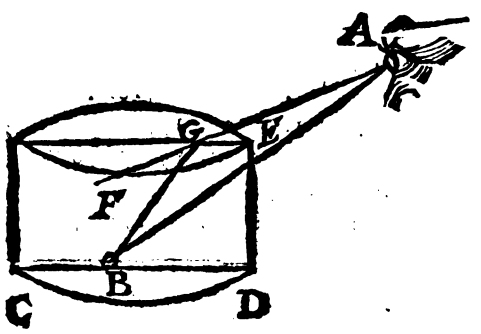
OPTICÆ

LIBER PRIMVS.

Suppoſitiones, de Viſione in communi.

SUppono primò aliqua ex Dioptrica, quæ fuſiùs infra explicabuntur, & demonſtrabuntur.

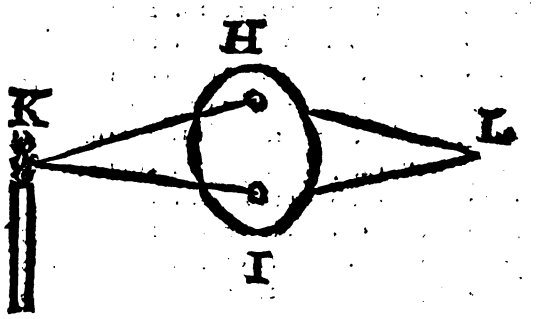
Primò, Dari aliquam refractionem luminis, dum à medio rariori, ad denſius radius protenditur, aut è contra. Hanc ſuppoſitionem aliter probare, non debeo hîc, niſi experimentis variis: ſum enim etiam infra tentaturus, an hujus refractionis cauſam aliquam, ex intimis eius legibus petitam in medium afferre poſſim.



Sit in medio alicujus lebetis C D calculus B, recedat oculus in A, donec calculum B videre non poſſit; intercipientibus ſcilicèt lateribus vaſis, nempe latere DE radium directum BA, impleatur lebes aquâ, jam videbitur calculus B, ſed multò in altiori loco nempe in F; quod fieri non poteſt niſi radius BG frangatur in G, ut oculum A, attingat.

Quod ſi tale experimentum non arrideat, eò quòd videatur ſupponere aliquid ab objectis propagari ad oculum uſque, quod tamen non mihi ita facilè aliquis concederet.

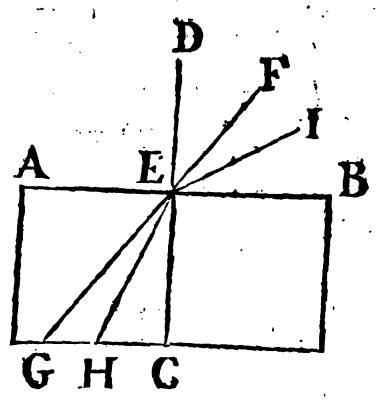
Aliud experimentum propono. Sumatur phiala



vitrea, aut lens convexa H I, quæ contegatur chartâ ut denegetur aditus lumini emiſſi ex face accenſa, exceptis duobus foraminibus, excipianturque chartâ mundâ radii luminis per hujuſmodi foramina trajecti. Dico ſi ſufficienter charta removeatur, hujuſmodi radios in unicum & idem punctum coalituros, majuſque ſeu intenſius lumen in illo puncto concurſûs producendum, quàm in radiis ſeorſim ſumptis & ſeparatis, hoc

aliter

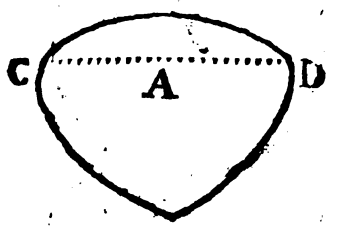
aliter demonſtrare non debeo, niſi ipsâ experientiâ. Quam qui negabit, detegat omnino hujuſmodi lentem, eam directè ſoli exponat, manumque opponat ad diſtantiam punctì concurſûs priùs notati; calorque nimius in manu productus totam ſuppoſitionem demonſtrabit. Duo ex hac ſuppoſitione concludo. Primum dari refractionem, ſi enim nulla luminis daretur refractio; hoc eſt ſi lumen quod nullâ oppoſitâ lente per lineam rectam propagatur, incurrens in lentem non frangeretur, ſeu non propagaretur per lineam fractam; nullo modo iſti radii in unum coaleſcerent, cum duæ lineæ rectæ ſpatium non comprehendant. Secundum eſt quod ſol vel quodlibet luminoſum, agendo per lentem hujuſmodi vitream convexam, fortiùs agat, in punctum illud concurſûs, quam ageret ſi in aëre libero ſuum lumen propagaret. Ad hanc ſuppoſitionem pertinent communes leges refractionis, nempe ſit medium aliquod A B C denſius



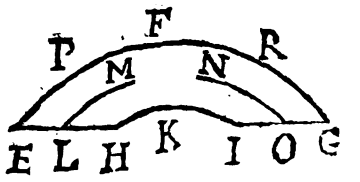
aëre, in quod incurrat ex aëre radius F E, qui niſi obſtaret medium per lineam rectam propagaretur, nempe F E G; ducatur ad ſuperficiem A B communem utrique medio, perpendicularis E C, dico radium F E fractum iri in puncto E, & magis acceſſurum ad perpendicularem E C, ita ut producatur ſecundum lineam E H; ideoque dicitur frangi ad perpendicularem, dum tranſit à medio rariori, verbi gratiâ, aëre in medium denſius, quod intelligendum eſt de radio obliquè incidente.

E contrà ſit radius G E procedens per medium denſius, & incidens in medium rarius. Ita ut niſi medium mutaretur procederet ſecundum rectam lineam G E F. Ducatur in medio rariori linea E D perpendicularis ad ſuperficiem A B, communem utrique medio: lumen non procedet ſecundum lineam G E F, ſed recedet à perpendiculari E D, ſecundum radium E I, & hoc vocamus frangi à perpendiculari: quorum nullam aliam hic volumus demonſtrationem niſi experientiam. Hæc autem ſupponenda fuerunt ex Dioptricâ ut poſſent intelligi ea quæ de oculo dicturi ſumus; immò poſt Dioptricam eſſet differenda Optica, niſi ordo doctrinæ poſtularet, ut ante de viſione in genere agerem, quam de eius ſpecie viſione refracta.

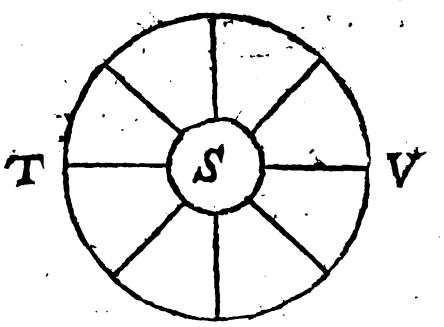
Suppono ſecundò, Oculum ita compoſitum eſſe, ut ſi totum & integrum ſpectes, figuræ ſit pene ſphæricæ, ſed oblongiuſculæ ad modum ferè pyri, cujus codex ſit nervus opticus. Tres præcipuas partes habet, nempe tres humores, tunicaſque eos humores continentes; præcipuus humor eſt cryſtallinus; cujus figura lenticularis eſt, & in multis animalibus omnino ſphærica. In homine, anteriori parte videtur ſphærica, & poſticâ parte, paulò acutiori ſeu hyperbolicâ conſtare. Talem exhibet figura A,



tunica quâ continetur hic humor dicitur aranea, habet item zonam ſubalbicantem quam vocant proceſſus ciliares, qualis eſt C A D; & hâc probabile eſt poſſe ita conſtringi aut dilatari cryſtallinum, ut in acutiorem, ſeu minorem ſphæram aliquando in majorem abeat, ſitus illius eſt medius inter alios humores.



Aqueus humor in anteriori oculi parte poſitus, convexus eſt, ſecundum partem anticam, & in poſtica concavus, ut in ea concavitate H K I cryſtallinum excipiat, continetur diverſis tunicis. Nam ſeparatur ab humore cryſtal-

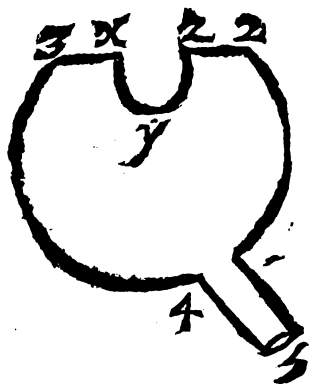


lino, portione H K I araneæ, ab humore vitreo proceſſibus ciliaribus E H, I G, continetur ex parte anteriori conſolidativâ E P, G R, & corneâ P F R, quæ pauliſper protuberat, eſtque portio minoris alicujus ſphæræ. In medio humore aqueo innatat uvea perforata, quam exprimere aliter non potui, quam per ſectiones eius L M, N O, relicto foramine M N; hanc tamen ſeparatim exhibeo in figura T V foramen melius exprimitur in S, vocaturque pupilla quæ conſtringi & dilatari poteſt ope fibrarum aliquarum.

Humor vitreus major quoad quantitatem

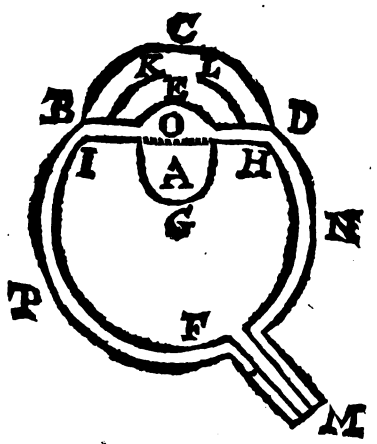
Digitized by Google

est etiam convexo-concavus, cavitatem habet, X Y Z quâ crystallinum excipiat; à quo separatur tunicâ araneâ, separatur ab aqueo, processi-



bus ciliaribus 3 X, 2 Z; continetur immediatè retinâ seu retiformi tunicâ 341. sic dicta quod ad modum retis pluribus nervulis constet. Humores omnes perlucidi sunt, seu diaphani, cornea item PFR, & aranea HKI, & X Y Z perlucidæ sunt. Uvea TV, non est diaphana ideoque est perforata.

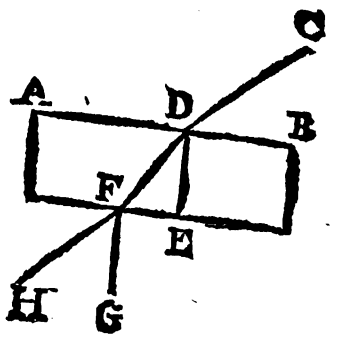
Quia figuræ planæ non satis bene exprimunt res solidas; ideo solent optici solam oculi sectionem exhibere, quam ut intelligas finge tibi oculi tres humores duritiem aliquam contraxisse, oculumque ita induratum, dividi in duas partes sectione horizontali, figuram hic appositam habe-



bis; in qua A est crystallinus humor, B C D E aqueus, B F D G vitreus, BCD cornea, I K, LH, sunt portiones uveæ, KL foramen uveæ, seu pupilla, B O D Processus ciliares, I E H G aranea. BFD est retina, BPND est consolidativa, FM nervus opticus.

Densitas crystallini humoris est ferè æqualis densitati crystalli; ut experti sunt aliqui, easdemque lumen in eo humore patitur refractiones, quas habet in crystallo. Aqueus humor crystallino minùs densus est, sicut & vitreus, & ne quid sine experimento ostendatur. Repleatur aliqua sphæra vitrea crystallino honore, oculi bovini; alia aqueo, alia vitreo, sit alia ampulla omnino æqualis ex crystallo solida, alia plena aqua. Et exponantur singulæ radiis solaribus, noteturque distantia ad quam radios solares uniant. Videbisque differentiam non esse adeo magnam hoc est sphæram plenam aqueo, aut vitreo humore maximè convenire cum ea quæ plena erit aqua. Refert *Descartes* se expertum esse aliquid hujusmodi, & se vix potuisse animadvertere differentiam notabilem.

Suppositio tertia. Vitrum ejusdem crassitiei nihil immutat in objecto, neque in lumine per ipsum trajecto. Sensus istius suppositionis est, quod si sumatur vitrum ejusdem crassitiei, vel planum, vel ex una parte convexum, ex alia concavum, ita tamen ut crassities sit eadem, quod negligi possit fractio quam lumen patietur dum hujusmodi vitrum trajiciet. Frangatur ampulla vitrea, & ante oculos habeatur; invertatur quomodocumque, objecta semper in eodem loco videbuntur; ut constat experientia. Ex quo concludo non esse habendam rationem refractionum, quæ fiunt in tunicis ambientibus humores.



Ratio est quia quantum accedit radius ad perpendicularem dum ingreditur hujusmodi tunicas, tantum recedit à perpendiculari *in* egressu. Ut sit vitrum A B, in quod incidat radius C D, qui frangatur; & accedat ad perpendicularem D E. Sitque D F, deinde in egressu tantùm recedat à perpendiculari F G, ideoque ulterius producatur per lineam F H, certum est quod lineæ DC, & FH erunt parallelæ. Unde si vitrum non habeat notabilem crassitiem, in directum jacebunt lineæ DC, FH. Quod experientia patet. Deinde si densitas tunicarum ambientium humores sit æqualis humorum densitatibus, ita ut non multum discrepent; certum est nullam refractionis quæ fit in tunicis, habendam rationem, cum unica fiat. Ideo in hac materia nullam rationem habebimus refractionis, quæ fit in cornea B C D, in aranea IEH, aut IGH.

PROPOSITIO I.

Theorema.

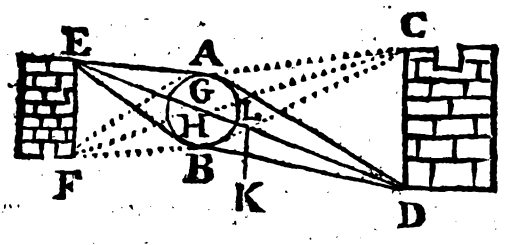
In oculi fundo objectorum imagines depinguntur.

Suppono ad probationem hujus propositionis experimentum satis commune, & de quo multa solent Philosophi disputare. Nempe si claudatur exactè cubiculum; ita ut nullus pateat aditus lumini, nisi per foramen unum, cui objiciatur ad aliquam distantiam corpus album. Ut charta munda; videbuntur in ea charta imagines objectorum, extra cubiculum positorum: sed inverso situ, duplici autem modo id fieri potest. Primò si foramen sit simplex, nihilque illi addatur;

tur: in quo casu imagines objectorum erunt valde confusæ,& imperfectæ, immo sine distinctione colorum, videbunturque potiùs quasi umbræ objectorum, quàm perfectæ imagines. Deinde nulla erit peculiaris distantia observanda,sed quò charta foramini opposita, ab eo magis removebitur, eò etiam majora videbuntur objecta. Denique quò majus erit foramen, eò quidem cum majori luce videbuntur istæ imagines; sed confusiores, quorum omnium rationem reddere est satis facile. Supponendo scilicet à singulis objectorum partibus reflecti vario modo lumen solis, quod trajectum per foramen illud,deinde ad oculum à charta reflectatur. Sed neque hic hujus experimenti rationem reddere suscipio, cum inferiùs de illo sim dicturus, neque ad probandam meam propositionem id requiritur.

Secundus modus quo fieri potest idem experimentum erit,si foramen rotundum,cujus diameter unius digiti instruatur lente convexâ,perfectè elaborata objiciaturque charta ad certam, & determinatam distantiam, quam faciliùs invenies recedendo sensim à charta quàm quacumque aliâ viâ: tunc imagine,ita nativos objectorum colores,proportiones,distantias,umbras exhibent; ut omnem pictorum artem superent, quatuor in hoc phænomeno notanda sunt. Primò expressissimas esse imagines cum coloribus proprtiis. Secundum eas esse distinctissimas sine ulla confusione. Tertium eas habere inversum situm. Quartum chartam debere objici ad certam,& determinatam distantiam; ita ut si propiùs eam admoveris sit confusa imago, si eam etiam longiùs removeris, pariter confusionem parias. Quorum omnium rationes saltem hic delibare intelligentiæ causâ mihi liceat.

Sit sphæra vitrea A B, plena aquâ in eo fora-



mine posita; sitque objectum CD, & charta intra cubiculum objecta foramini sit EF, ex puncto C, intelligatur radius C G F, transiens per centrum sphæræ G, qui cum perpendicularis sit,irrefractus erit, & ulterius protendetur, ex eodem puncto C objecti, radii CA, CB, & alii infiniti qui cogitari possunt in sphæram A B incidant. Hi radii per suppositionem primam concurrent in eodem puncto post sphæram; ergo illud punctum erit in aliqua parte radii CF irrefracti. Idem dico de puncto D, à quo si intelligantur plurimi radii in sphæram A B incidere, hi omnes per suppositionem primam concurrent, ergo in aliquo puncto radii irrefracti DE. Sit illud punctum E. Igitur si charta in ea distantia objiciatur foramini, in qua concurrunt radii ab iisdem objecti partibus emissi.

Primò imago erit inversa, cùm enim concurrant hi radii simul cum radio irrefracto, radii irrefracti determinabunt locum imaginis, sed radius irrefractus puncti C, superioris in objecto, post centrum G, inferiorem locum occupat, & radius irrefractus D E, puncti inferioris D, post centrum G, superiorem locum occupat; ergo imago puncti superioris C, inferiorem locum occupabit. Vocentur autem radii irrefracti principales.

Secundò expressior erit imago, quàm si radii per nudum foramen trajicerentur, quia eò erit expressior imago, quo plures radii luminis ab eadem objecti parte emissi, in eodem puncto oppositæ chartæ unientur; sed plures unientur apposita sphæra vitrea, quam si nudum pateret foramen; ergo expressior erit imago,nam per suppositionem primam lumen collectum lente vitreâ majus est lumine disperso.

Tertiò imago est distinctior, quia tunc est distinctior imago; quando in eodem puncto imaginis repræsentatur unicum punctum objecti, quam si in eodem puncto imaginis repræsententur plura puncta objecti. Sed quando lens vitrea adhibetur foramini, in eodem puncto chartæ colliguntur omnes radii pertinentes ad idem punctum objecti; quando verò solum patet foramen, illud cum indivisibile non sit,sed habeat v.g. diametrum semidigiti, ad idem punctum chartæ appositæ possunt pervenire radii plurimarum partium objecti: ergo non tam benè vitatur confusio, ac dum instruitur foramen lente vitreâ. Est etiam imago vivacior, quia in eodem puncto chartæ colliguntur plures radii ad eandem objecti partem pertinentes,nempe illi omnes qui in diversa lentis convexæ puncta incidunt, quod non accidit quando est simplex foramen. Sicut ergo dum radii solis incidentes in lentem convexam, post ipsam adunati, sunt intensiores, & fortiores, quam si solis radius per simplex foramen transmitteretur: ita etiam quælibet pars objecti,emittens radios suos, (quidquid tandem sint illi radii: sive radii luminis reflexi, sive species non inquiro adhuc) fortiorem, & vividiorem imaginem depingit, ut constat experientiâ.

Quartò debet objici charta in certâ, & determinata distantia. Si enim non præcisè in concursu radiorum ab eadem parte objecti emissorum collocetur; jam in eodem puncto chartæ incident radii ad diversas objecti partes pertinentes; ita si poneretur charta in puncto intermedio, ibi inveniretur multiplex radius pertinens ad partem C objecti; & radius pertinens ad partem D objecti.

5. Si adhibeatur major sphæra, aut lens quæ sit segmentum majoris sphæræ, major apparebit imago. Nam ut in dioptrica ostendemus, majores sphæræ ad majorem distantiam,radios à sole emissos uniunt, sicut & radios luminis ab eâdem parte objecti procedentes, quorum omnium dabitur demonstratio in dioptrica. Sufficiat in præsenti experientia.

6. Si moveatur objectum, aut vitrum, movebitur & imago; cùm enim moto objecto mutetur, & radius principalis,qui ut dixi determinat locum imaginis, mutabitur locus imaginis.

7. Si multiplicarentur lentes multiplicarentur & imagines, quod clarissimum est.

8. Si media pars lentis vitreæ obtegatur, non tamen media pars imaginis obliterabitur. Sit v.g. corpus opacum KL,tegens aliquam partem lentis vitreæ. Dico nullam propterea partem imaginis obliteratum iri. Quia enim adhuc cujuscumque partis objecti CD, aliqui radii incidunt in lentem vitream; illi sufficient ad pingendam imaginem: sed debilior erit imago,quia intercipiuntur cujuscumque partis objecti aliqui radii, qui expressiorem reddidissent imaginem, si adfuissent.

9. Si

9. Si objectorum vicinorum distincta sit imago, erit confusior imago objectorum remotiorum, & vicissim; si imago objectorum remotiorum fuerit distincta, erit obscurior imago objectorum vicinorum. Ratio est quia objectorum viciniorum radii incidentes in lentem vitream uniuntur post lentem vitream in majori distantia; & in minori distantia qui ab objectis remotioribus emittuntur, quod in dioptrica demonstratur. Sufficiat modo experientiam facere. Assumatur lens vitrea quæ obtegatur corpore opaco relictis duobus aut tribus foraminibus, excipiantur facis accensæ radii, hujusmodi lente, removeaturque charta post lentem, donec radii perfectè uniantur, noteturque distantia chartæ à lente; dico si fax fiat vicinior lenti, charta erit removenda à lente, si fax removeatur, erit admovenda charta.

10. Si aliunde lux major affulgeat obliterabitur imago.

11. Notandum quod licèt lentes non sint sphæræ integræ, sed tantum portiones sphæræ; nihilominus proportione quadam inveniri radium principalem, in quo uniantur cæteri omnes radii. Multa alia notari poterant, quorum rationem reddendi non est hic locus, sufficiat hæc supposuisse ad demonstrandam propositionem nostram.

Hanc propositionem nostram demonstrant aliqui experimento, si enim alicujus animalis oculus accipiatur, à cujus retinâ, ita separentur adhærentes aliæ tunicæ opacæ, ut aliquam diaphaneitatem habeat: atque ita præparatus oculus in fenestræ foramine collocetur, in suo situ naturali, ut pupillam ad externa objecta obvertat, clauso aliunde diligenter cubiculo, apparebunt illustrium, & bene illuminatorum objectorum imagines in ipsa retina. Vel si separari non possint adhærentes tunicæ, secetur pars aliqua retinæ, & loco illius, vel inunctâ chartâ, vel putamine ovi contineatur humor vitreus ne diffluat, colloceturque oculus in foramine cubiculi clausi secundùm situm suum naturalem; in eo ovi putamine aut chartâ oleo inunctâ, quæ locum retinæ obtinet, videbuntur objectorum imagines; quam experientiam affert Renatus Carteſius, licèt non dicat expressè se eam feciſſe. Ego illam feci in oculo canis optiméque succeſſit, ut dicam infra.

Quia tamen difficile est ita putamen ovi oculo inserere, ut humor non effluat; supernè potest incidi oculus, ut per illud foramen videri possit retina. Si oculum ad foramen fenestræ ita adhibeas, ut incisio facta sit in loco superiori, poteris, in retina imagines objectorum inversas spectare.

Nobilis Danus cujus infra mentionem faciam mihi retulit se eam feciſſe experientiam, & vidiſſe species in retina inversas. Ego licet nullam incisionem fecerim, candelarum imagines in oculi canini retina inversas spectavi.

Alia ratione eam propositionem stabilire conabimur. Si diligenter considerentur humores ex quibus oculus coalescit. Tam bene describi debent imagines in fundo retinæ, ac in charta oppositа foramini instructo lente convexâ; si eædem sint conditiones requisitæ ad hunc effectum producendum, quæ inveniuntur in cubiculo ita clauso, ut diximus; sed eædem inveniuntur conditiones, igitur tam benè depingi debent. Major indubitata est, objecta enim sunt causæ necessariæ; quare eodem modo agent in subjecta eodem modo capacia suæ impressionis. Minor igitur probatur. Sphæra integra vitrea aquâ plena, exprimit objecta in charta apposita valde vicina. Sed oculus est ampulla plena humoribus eandem cum aqua refractionem efficientibus (ut diximus in suppositione tertia, & quilibet experiri potest) nisi quod crystallinus sit tantisper densior; ergo oculus exprimere deberet objecta ad parvam distantiam post se, seu post retinam, nisi acceleretur hæc expressio. Sed acceleratur tantisper expressio, seu unio radiorum ad ejusdem objecti partem pertinentium, tum propter paulò majorem densitatem crystallini, tum propter figuram oblongiorem ipsius oculi; ergo depinguntur objecta in ipso oculi fundo. Neque enim parva admodum diversitas quæ in crystallini densitate invenitur, potest nisi parvam admodum refractionem inducere; ergo tantummodo accelerare potest tantillulum radiorum ad eamdem objecti partem pertinentium unionem; nempe ut uniantur in retina.

PROPOSITIO II.

Theorema.

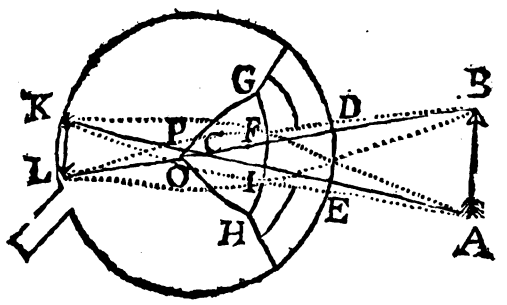
Imagines objectorum depinguntur in retinâ inverso situ.

Reclamabunt multi physici, qui potius suo sensu, quàm ex ipsa oculi conformatione, & refractionum legibus visionem metiuntur. Prima sit ratio ipsum experimentum, eodem enim modo quo objectorum imagines deprehendimus in retina depingi, eodem evincimus illas everso situ effingi, hoc est objecti dextri imaginem exprimi in sinistra retinæ parte, & sinistri in dextra, altioris in ima. Sed si oculus separatus ab animali præparetur, separenturque à retina adhærentes carnes, ut fiat diaphana, in ea videbis rerum imagines eversas: ergo tales sunt.

Sed præter experimentum, ostendo aliter fieri non posse consideratâ oculi figurâ, & partibus ex quibus coalescit, hoc modo.

Inverso situ in retina depingi debent objectorum imagines, si radii principales, & aut irrefracti aut saltem non multum refracti alternato situ ad retinam appellant: sed hoc accidit; igitur imagines inverso situ in retina depinguntur. Major hoc modo statuitur. Si imagines situ recto, & naturali in retina depingerentur, licèt radii principales inverso situ ad retinam appellerent, imago non pingeretur in iisdem partibus retinæ, ad quas radii principales objectorum pertingerent; quod est absurdum. Cum ad radios principales alii omnes accedere debeant; & per unionem radiorum ad idem objectum pertinentium vividiorem reddere imaginem & distinctiorem; esset autem confusissima nisi radii omnes ab eadem parte objecti emissi unirentur in eadem parte retinæ. Probatur autem prima minor. Sit objectum A B, sitque C centrum corneæ D E, seu superficiei convexæ aquei humoris. Intelliganturque emitti ex A, & B, radii A C, B C, qui incidant in superficiem D E, illi non frangentur; sunt enim perpendiculares; cum transeant per punctum C, centrum superficiei D E. Cum verò incident in F I, superficiem convexam crystallini, quæ est aut concentrica superficiei D E; ut probabilius est, aut saltem non multum aberrat, item cum

cum denſitas cryſtallini non multum diſtet à denſitate aquei humoris, aut nullam in punctis F &



I patiẽtur refractionem, aut ſaltem inſenſibilem: ſunt enim aut perpendiculares, aut ferè perpendiculares, quare adhuc procedent ſenſibiliter ſecundùm lineam rectam. Reſtat igitur videndum, utrum dum egrediuntur è cryſtallino, & ingrediuntur vitreum humorem adhuc frangantur. Primò ſi punctum C, eſſet centrum etiam ſuperficiei GPOH, nullam refractionem paterentur; eſſent enim perpendiculares. (linea enim per centrum alicujus ſphæræ ducta, perpendicularis eſt ad ejus ſuperficiem.) Quod ſi C, non eſt centrum ſuperficiei GPOH, debet quidem fieri aliqua refractio in punctis P & O, ſed valde parva; quia cryſtallini denſitas non multum differt à denſitate vitrei humoris, & radii CP, CO ferè ſunt perpendiculares; eſſet autem maxima refractio, ſi radios CP, CO, rurſus ita uniret, ut ſe ſecarent antequam ad retinam pervenirent.

Quia tamen iſta omnia non ita Geometricè demonſtrari poſſunt, ut omnino convincant; quia debent penſari ſecundùm æſtimationem aliquam', tam denſitatis humorum, quàm figuræ eorumdem, quæ duo non ita exactè habentur, eandem propoſitionem ſtabiliam alia ratione.

Imagines objectorum (*per primam propoſitionem*) depingi debent in fundo retinæ, addo quod debeant eſſe diſtinctæ, & nullo modo confuſæ. Hæt autem diſtinctio oritur eò quòd in eodem puncto retinæ, excipiantur plures radii ab eadem parte objecti emiſſi, & nulli alii. Si enim alii incidant in idem punctum retinæ, oriri confuſionem neceſſe eſt. Sed radii omnes emiſſi ex puncto A, verbi gratiâ, non poſſunt uniri in punctum retinæ, ſi radii principales ACK, BCL, bis ſe interſecent, ut non inverſo ſitu ad retinam appellant; ergo non bis ſe interſecant; ſed tantum ſemel. Quare imagines depinguntur inverſo ſitu. Probatur autem minor, impoſſibile eſt uniendo tres lentes quarum duæ ſint convexo concavæ, ut ſunt aqueus, & vitreus, & una convexo convexa, qualis eſt cryſtallinus, ut imagines objectorum erigantur; concavitas enim huic erectioni multum nocet, cum in refractione ſaltem à medio denſiori ad rarius potius diſpergat, quàm uniat radios. Rem experire, cura enim fieri phialas vitreas ejuſdem figuræ cujus ſunt humores oculi, eaſque ſi velis reple humoribus iiſdem eductis ex uno, aut pluribus oculis bovinis; nihil unquam perficies ad erigendas, ut vocant ſpecies.

Ratio ulterior eſt, quia ut erigantur objectorum imagines, ſeu ut loquuntur alii erigantur ſpecies, non tantum ſunt neceſſariæ duæ lentes convexo-convexæ, aut plano convexæ, ſed etiam debent ab invicem diſtare duplici diſtantia ſui foci. Cujus rei ſi velis experimentum aliquod facile. Sume præ manibus ea perſpicilia quibus utuntur ſenes, immo convexiſſima, quæ cataractas vocant, (eò quòd iis aptiſſima ſint, quibus cataracta ab oculis eruta eſt) eaque oculis admove; non ex eo quod nova refractio fiat; fiet talis radiorum decuſſatio, ut mutet ſitum imaginis in oculis depictæ, ſed adhuc objectum videbis in ſitu naturali quo videbatur antea, licèt cum aliqua confuſione. Quia hujuſmodi perſpicilia non ſunt tuis oculis acommoda. Remove ſenſim ab oculis, eadem perſpicilia; confundentur magis, ac magis objecta; donec ita confuſa appareant, ut nihil omninò videas. Remove adhuc ulteriùs; incipient de novo videri objecta diſtinctiſſima, cum colore vivido, ſed inverſo ſitu. Experientia eſt communis, & quam fortè centies feci; immò quoties alicui ſeni volo ſeligere perſpicilia hâc utor. Si enim oſtendant mihi perſpicilia, quæ ſint ipſis perutilia, ea removeo ab oculo meo, donec videam objecta inverſa, & noto eam diſtantiam. Deinde apud mercatorem experior, donec occurrant alia perſpicilia, quæ in ſimili diſtantia objecta inverſo ſitu repræſentent; quæ ſemper ipſis etiam perutilia ſunt. Nam ut pedibus calcei certæ menſuræ competunt, ita & oculis perſpicilia.

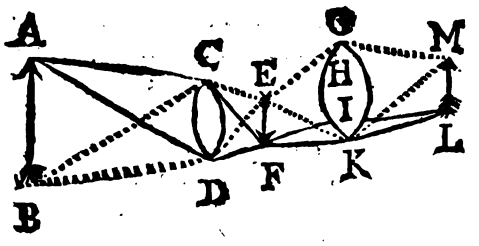
Ex qua experientiâ indubitatâ ſic argumentor: Ut imago oculi mutet ſitum quem habebat, eò quòd objiciatur lens vitrea, requiritur certa diſtantia ab oculo. Si enim oculum attingat, non mutabitur ſitus. Sed humores oculi ſunt contigui; igitur adjectio unius humoris, non poteſt mutare eum ſitum quem haberet imago ſi unicus eſſet tantum humor convexus. Sed ſi eſſet tantum unicus humor convexus, nempe cryſtallinus; imago pingeretur inverſo ſitu in retina; ut in cubiculo clauſo accidit; neque unquam unica lente objectorum imagines eriges: ergo etiamſi ſint duo alii humores, præcipuè verò ejuſdem ferè denſitatis, & contigui, non poterit imago depicta in retina, habere alium ſitum quam inverſum.

In quo notandum eſt dum lentem ita convexam oculo nimis admoves, non mutatur quidem ſitus imaginis; quia tamen acceleratur nimis unio radiorum, ad eandem partem objecti pertinentium; & poſt eam unionem rurſus divaricantur, inde fit confuſio: quia nempe in eadem parte retinæ appellunt radii ad diverſas objecti partes pertinentes.

Aliam experientiam propono, ut oſtendam fieri non poſſe, ut imagines objectorum in retinâ erecto ſitu diſtinctiſſimè depingantur. Aſſume duas lentes maximè convexas, hoc eſt quarum ſingulæ depingant objectorum imagines ad diſtantiam unius digiti inverſo ſcilicet ſitu. Ut duabus lentibus eaſdem imagines erectas in charta habeas, debebunt in tubo ita collocari; ut tribus, aut quatuor digitis inter ſe diſtent, & tunc ſi objiciantur alicui objecto illuſtri, excipiaturque imago ad diſtantiam unius, aut alterius digiti; exprimetur imago erecta ſatis diſtinctè, in quo vides requiri maximam diſtantiam à prima lente ad ultimam, & ab

ultima ad chartam. Ita ut loco diſtantiæ unius digiti quæ requiritur, ut imago expreſſiſſimè depingatur in charta everſo ſitu, ut ſitu erecto exprimatur; jam requirantur duæ lentes diſtantia inter utramque lentem quatuor ferè digitorum, & adhuc diſtantia ab ultima lente ad chartam in qua depinguntur imagines, ſit duorum ferè digitorum. Unde jam charta (quæ vicem habet retinæ) remota eſt à prima lente ſex ferè digitis.

Et adhuc ſunt duæ lentes convexæ, inter utramque lentem eſt aër, ideoque fit tranſitus primò ab aëre ad primam lentem; à prima lente ad aërem valde diſſimilem in raritate, à vitro; ab aëre rurſus in ſecundam lentem; à ſecunda



lente rurſus in aërem. Ut ſi ſit objectum AB, à cujus ſingulis punctis A & B, mittantur radii AC, AD, in lentem C D, qui uniantur in F, item BC, BD qui poſt lentem C D uniantur in E; ſi charta eſſet in EF, in eâ depingeretur exquiſitiſſimè imago objecti AB inverſo ſitu. Si ad paulò majorem diſtantiam quam ſit EF alia objiciatur lens vitrea GK, apparebit imago erecto ſitu in LM, in quo vides diſtantiam C M, quadruplam eſſe diſtantiæ CE. Contendo autem in oculo ad hoc ut erigeretur imago, multò adhuc majorem requiri diſtantiam. Primò quia non ſunt duæ lentes convexæ. Secundò quia omnes humores ſunt contigui, & ſunt ejuſdem ferè denſitatis, nec ullus intercipitur aër qui cum valde differat à vitro quoad denſitatem, maximè confert ad quantitatem refractionis: ergo multò major requireretur diſtantia quam ea quæ in oculo invenitur, qui oblongus ad modum tubi eſſe deberet. Unde bene concludo impoſſibile eſſe, ut tribus lentibus compoſitis, eo modo quo ſunt humores oculi, unquam imagines objectorum in charta erigas præcipuè ſi illæ lentes ſint contiguæ, & charta non diſtet ab ultima.

In quo rideas aliquorum philoſophorum imperitiam, qui cum ſcirent radiorum unionem oriri ex refractionibus; tot volebant dari tales radiorum interſectiones ideoque tot mutationes ſitûs; quot erant refractiones. Cum verò in ſingulis humoribus, immò & in ſingulis tunicis duas admitterent, volebant depingi imagines ſitu erecto, quia numerus refractionum erat par. Nam prima refractio invertit (ut volunt) ſitum; ſecunda erigit; tertia invertit, quarta erigit, & ita deinceps. Mille rationibus evincitur eſſe falſum. Nam dum lentem convexam oculis propius admoveo video objecta erecto ſitu (quia inquiunt) refractiones ſunt pares. Dum eandem lentem ab oculis removeo, video objecta inverſo ſitu, cum tamē totidem ſint refractiones. Deinde unica lens convexa imagines inverſas depingit in chartâ, numerus tamen refractionum eſt par cum una fiat in egreſſu, alia in ingreſſu ipſius lentis: addo ſi ſecunda lens primæ admoveatur, imago adhuc erit inverſa, ſed minor, & charta propius admovenda erit. Immò ſi adhibeantur tres aut quatuor ante congreſſum radiorum: ſi verò duæ tantum adhibeantur lentes, ſed ad duplam diſtantiam primæ unionis, erigetur imago. Non ergo numerus refractionum id præſtare poteſt, ſed habenda eſt ratio diſtantiæ.

Quamvis apud Mathematicos nullus ſit locus objectionibus, cum nihil ſine demonſtratione in medium afferant: nulluſque propterea relinquatur dubitandi locus, illi qui demonſtrationem probè intellexerit: quia tamen verſamur in materiâ mixtâ, & non purè Geometricâ; ideò aliquid mihi in contrarium afferre liceat, ex cujus ſolutione nonnihil lucis huic materiæ affundetur.

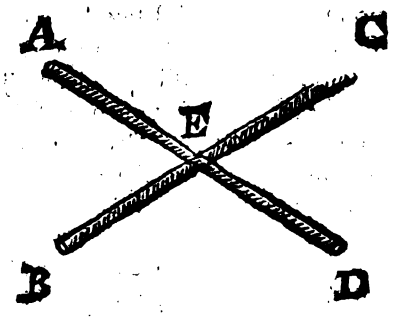
Dices: Si imagines objectorum depingerentur in retina inverſo ſitu; objecta apparerent inverſo ſitu, ſeu ut tollatur omnis æquivocatio viderentur habere ſitum contrarium illi quem de facto habent, ſed hoc repugnat experientiæ; ergo & aſſertio noſtra. Probatur major. Eo modo apparent objecta, quo depinguntur in retina, ſed in retina depinguntur inverſo ſitu; ergo debent apparere inverſo ſitu. Si enim diſtinctè depingantur in retina, diſtincta apparebunt, ſi confusè confuſa; ergo ſi inverſo ſitu depingantur, inverſa etiam apparebunt. Hæc eſt præcipua ratio, quare multi totum ordinem iſtarum refractionum immutent.

Antequam reſpondeam unum quæro, an ea omnia quæ conveniunt imagini debeant convenire objecto, ſeu videri eſſe in objecto. Quod ſi hoc ſemel admittatur, multa concludam abſurda. Sic enim argumentor: Eo modo debent videri objecta quo depinguntur in retina, ſed depinguntur in retina intra oculum; ergo debent videri objecta eſſe intra oculum. Reſpondebis eam eſſe proprietatem viſionis, ut repræſentet objectum eſſe in alio loco, quàm in eo in quo ipſa ſit. Sicut intellectio aut actio imaginativa, hîc Camberii repræſentat mihi Turcam exiſtere Conſtantinopoli: neque enim fingere debemus, quaſi darentur oculi intra cerebrum, qui hanc in retina depictam imaginem videant, & propter ſimilitudinem, quam habet cum objecto, dicantur propterea videre objectum, ſic enim videretur objectum eſſe in eo loco in quo eſt hæc imago. Sed hæc imago apta eſt ad determinandam animam ad hoc ut eliciat actionem aliquam, repræſentativam objecti à quo producitur talis imago, ſed quò ad locum, ad repræſentandum illud ſecundum lineam rectam, ſecundum quam producitur hæc imago intra oculum, non autem ad repræſentandum objectum eſſe intra oculum.

Quod ingenioſiſſimo exemplo explicat, Carteſius nempe alicujus cæci utraque manu baculum tenentis, qui dum baculo prætentat iter, licèt recipiat tantum in manu preſſionem aliquam à baculo factam, diverſam quidem prout incurrit baculus in diverſa corpora, vi illius preſſionis non ſentit corpora illa eſſe in manu ſua, ſed in linea recta ſecundum quam baculum ſuum direxit: quam quidem reſponſionem admitto tanquam bonam, & quam neceſſariò puto debere fieri ab adverſario quamcumque tandem in his materiis opinionem ſequatur. Puto tamen eâdem reſponſione totam dilui, & ſolvi difficultatem. Et primò quidem eâdem reſponſione debet ſolvere quomodo licèt imago in oculo facta non ſuperet magnitudinem

unius

unius digiti, vi tamen illius videatur ingens palatium, & ſecundum magnitudinem propriam quam habet, quia (inquies) dum videt palatium oculus licet habeat imaginem parvam; determinatur tamen ad videndum illud objectum ſecundum lineam

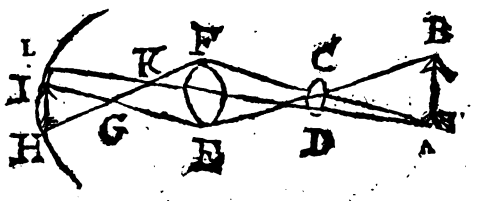


rectam, ſecundum quam imago in oculo depingitur; & cum videatur tale objectum cum aliqua diſtantia, quomodocumque tandem hæc diſtantia videatur, quod ſuo loco explicabitur, videtur cum ſua magnitudine. Utſi cœcus noſter utraq; manu baculum teneret, præterentaretque duo corpora magis diſſita inter ſe quam ſint ambæ manus, bene judicaret de diſtantiâ illorum corporum, & ſentiret illa corpora diſtare inter ſe quatuor paſſibus, per duas impreſſiones in manibus factas, quæ tamen diſtarent inter ſe ſemipede.

Ponamus autem cœcum noſtrum manu ſiniſtra A, habere baculum AD, & dextra B, baculum BC, ſed in crucem poſitos, bene judicaret de objecto C, ſiniſtro per impreſſionem factam in manu dextra, & de objecto dextro D, vi impreſſionis factæ in manu ſiniſtra C. Unde falſum eſt quo ad locum & ſitum eo modo videri objecta, quo depingitur imago; vi cujus illa videmus, cum adverſarius etiam id cogatur dicere quoad locum, & magnitudinem, ego autem addo, & quoad ſitum: ergo imago inverſa determinare poteſt ad videndum objectum eſſe rectum, ſicut parva ad videndum magnum, & in oculo recepta ad videndum illud eſſe extra oculum, & duplex in utroque ſcilicet oculo recepta ad videndum unicum. Sed de hoc ultimo ſuo loco dicemus. Fateor quidem quod ſi imago in oculo fuerit confuſa, non poterit diſtinctè videri objectum, ratio eſt quia ſi ego ſimul, & ſemel feriar à multis, in eodem loco; impoſſibile eſt ut judicem ex qua parte fuerim percuſſus. Quia fit ex multis percuſſionibus unicus totalis impetus, & quia iſtæ percuſſiones ſupponuntur diverſæ naturæ, non poteſt judicium ferri certum. At verò quod percuſſus in ſiniſtra manu, ſentiam me percuſſum à parte dextra, nullum eſt inconveniens.

Reſtat ſecundum dubium nempe modus quo aliqui pueri volunt imaginis iſtius erectionem. Dicunt enim radios à diverſis objecti partibus emiſſos in pupillâ, quaſi in foramine aliquo, interſecari, deinde chriſtallino humore excipi longè poſt eam interſectionem, & vi chriſtallini rurſus uniri, antequam perveniant ad retinam, ideoque adhuc imaginem eſſe erectam.

Sed contra primò falſum eſt quod longè à pupilla poſitus ſit chriſtallinus humor, cum valde vicinus ſit. Secundò non tantum requiritur ad imaginem perfectam, ut aliquis radius ab objecto emiſſus, incidat in retinam, ſed præterea requiritur ut omnes radii ab eadem parte objecti emiſſi, in idem punctum retinæ confluant; alioquin non virabitur confuſio. Fateor quidem quod ſi eſſet



objectum AB, & foramen C D, quod ut indiviſibile ſumeretur, poſſent tranſmitti duo radii A F, B E, ſe interſecantes in foramine, & incidentes in lentem FE, qui unirentur in G, & poſt interſectionem inciderent in chartam H I, ita ut punctum H pertineret ad punctum A & I ad punctum B; nego tamen propterea depingi unquâ imaginẽ erectam, quod ſi aliquis id velit experiri non erit difficile. Facto enim foramine in feneſtra alicujus cubiculi clauſi, removeat quantum voluerit lentem convexam à foramine; nunquam tamen videbit imaginem erectam. Ratio eſt quia foramen non eſt indiviſibile; ergo ex quolibet puncto objecti tranſmittuntur plurimi radii ad lentem, tranſmittatur ergo alius radius AD, qui frangetur, niſi ſit perpendicularis, & unietur cum radio AF, in puncto K, & poſt unionem ab eo ſeparabitur, ita ut nunquam poſtea uniatur; debent autem inter radios AD, AF, alii innumeri cogitari, qui pariter uniuntur in K; & poſt illam unionem in varia puncta lineæ HL incident: igitur tam punctum objecti A pingeret ſuam imaginem in L, quam in H, & in toto ſpatio HL. Idem intellige in puncto I; igitur nihil videbitur niſi lux confuſa, cum in tota ſubjecta charta inveniantur radii pertinentes ad ſingula objecti puncta.

Dices iterum, Si hoc eſſet neque objectorum imago videri deberet, in cubiculo clauſo, dum relinquetur foramen exiguum in feneſtrâ, quod tamen eſt contra experientiam. Reſpondeo primò neque in tali ſuppoſitione apparere rerum imagines, ſed tantum umbras, propter eam confuſionem, nempe quòd omnes radii ab eodem objecti puncto emiſſi non uniantur in eodem objectæ chartæ puncto. Reſpondeo ſecundò minorem fieri confuſionem ſi ſolum adhibeatur foramen quàm ſi adhibeatur lens vitrea poſt foramen, & charta non ſit in puncto diſtinctionis. Ratio clara eſt quia dum per ſimplex foramen radii emittuntur, qui ad eandem objecti partem pertinent, non multùm à ſe recedunt, ſed tantum ſecundum magnitudinem foraminis; immò in maximâ diſtantiâ objecti à foramine ſunt phyſicè paralleli, & oſtendemus hanc differentiam non eſſe notabilem, ita ſol per foramen cujuſcumque figuræ ſuam imaginem rotundam emittit, quod ſuo loco explicabitur. At verò ſi adhibeatur lens convexa, radios quidem ejuſdem partis objecti unit in certâ, & determinatâ diſtantiâ, poſt quam unionem eos diſpergit, ideoque omnimoda ſequetur confuſio; cum tamen in nudo foramine ſervetur aliqua diſtinctio. Atque de hac propoſitione modò ſatis. Reliquæ difficultates in decurſu explicabuntur.

PROPOSITIO III.

Theorema.

Rationem reddere cur ita compoſitus ſit oculus.

Suppono hic ab objectis ſenſum moveri ad ſenſationem producendam, cùm enim ſenſus ſit indifferens ad quamcumque ſenſationem, debet ab objecto determinari. Certum eſt igitur ad præſentiam objecti ſenſus noſtros aliquid percipere, quod antea nec percipiebant, nec percipere poterant; item adhibito quocumque obice impediri hujuſmodi ſenſationem: ità clauſis palpebris, aut interpoſito corpore opaco objecta non videmus, quæ priùs videbamus. Tertiò objecta validiora ad validiorem ſenſationem determinant: ita major ignis meliùs ſentitur; vicinior meliùs quam remotus. Quæ omnia cum ſint ſigna actionis alicujus ab objecto quomodocumque provenientis, nullus negare poteſt eam determinationem peti ab objecto ſive ſit propria efficientia, ſive non; parum intereſt, ſive id fiat medio lumine ſolo, ab objecto remiſſo; ſive addatur aliquid aliud, ſive lumen ſit corpus quod nervum delicatulum impellat, aut pungat, ſive cum lumine aliquid aliud producatur, parum intereſt, hoc non inquiro modò. Certum eſt objecta viſibilia in oculum agere: ideò ſentimus dolorem ab objectis nimis potentibus. Non determino item an emittantur ab oculis noſtris aliqui radii, qui in objecta incidant, & redeant ad oculum (quod voluerunt aliqui ex antiquis) ſufficiat modò, quod ſine lumine nihil videatur, & adhuc non cum quolibet lumine ſufficienter videmus; ſed requiritur lumen emiſſum ab objecto ad oculum ſive per reflexionem, ſive tanquam ab objecto primario. Quod tamen ne aliquid ſine evidenti experientia aſſumam, ita oſtendo.

Primò etiamſi ſit intenſiſſimum lumen in medio, ſi tamen tale lumen in objectum non incidat, non videbitur objectum: ita dum non longè ab oſtio cavernæ alicujus verſamur, non videntur objecta, quæ in tali ſpecu poſita ſunt etiamſi omnia exteriora, ſint bene illuminata.

2. Etiamſi illuminetur objectum, lumen quodcumque aliud in medio receptum, & nullo modo pendens ab objecto, aut ab eo remiſſum non juvat ad viſionem, ſed ut plurimum illi nocet, aut ſaltem inutile eſt. Inutile erit ſi ad oculum non perveniat; ut lumen ſolis in aëre intermedio extra umbram terræ receptum, non meliùs oſtendit ſtellas, ſed inutile eſt ad talem viſionem: ita ſi de nocte objectum aliquod probè illuminetur, & tranſeant per interjectum aërem quam plurimi radii luminoſi, objectum melius non videbitur. Nocebit autem lumen aliunde proveniens ſi in oculos incidat, ita ſolis radii oculos perſtringunt. Ita dum videntur rerum imagines in cubiculo clauſo ſi aliunde quam per foramen lux aliqua affulgeat obliterabuntur.

3. Etiamſi objectum illuminetur, non tamen videbitur, ſi lumen ab objecto remiſſum, in oculum non incidat: etiamſi ſpeculum lumen ſolis directè excipiat, vix videbitur ſpeculum, niſi verſemur in radio reflexo; ſpeculum enim apparebit eſſe nigri coloris. Neque dicas etiam ſtellas videri, quas credibile non eſt emittere aliquid luminis, per totum medium, cum nulla vi illius luminis objecta videantur. Reſpondebo enim falſum eſſe nihil luminis à ſtellis emitti, & referam indubitatam experientiam. Expoſui non ſemel ſtellis lentem convexam ſatis magnam, & notavi in charta multum luminis colligi, nempe in puncto foci, eſto non poſſint alia videri objecta: cum enim ut videantur objecta deberet lumen à ſtellis emiſſum uſque ad objecta, & ab iis ad oculum remiſſum, eſſe ſufficiens ad movendum oculum, ſed dum hoc modo reflectitur debilius eſt, quam ſi directè excideretur ab oculo; ergo licèt lumen à ſtellis emiſſum ſit ſufficiens ad movendum oculum ſi directè ab eo excipiatur, non tamen poterit eundem oculum movere, ſi ab objectis reflectatur, niſi dum reflectitur à ſpeculo lævi & polito, ſcabrities enim objectorum multum imminuit & diſſipat radium.

Ex quibus concludo neceſſarium eſſe ut lumen ab objectis, aut directè, aut reflexè, aut refractè emiſſum, incidat in oculum, & quo majus erit illud lumen, eò major erit & potentior ſenſatio, ſive cum illo lumine aliquid aliud producatur ſive non.

Quibus poſitis ſic oſtendo rationem propter quam neceſſarius fuerit cryſtallinus humor; nempe ut per illum, objecta potentiùs agerent in retinam. Sicut enim ſol potentiùs agit per lentem vitream convexam, quam ſi per ſimplex medium ſuum radium tranſmitteret, ſimili modo ſingulæ objecti partes potentiùs agunt in fundum oculi, trans cryſtallinum humorem, quam ſi per liberum & unicum medium ſuam actionem tranſmitterent, eò quòd radii à ſingulis objecti partibus emiſſi, colligantur in eadem parte retinæ. Secundum quod requirebatur ad perfectam viſionem eſt diſtinctio, hoc eſt ut ſingula objecta ſingulas organi partes determinandas ſuſcipiant; ſi enim ſingula objecta in ſingulas retinæ partes agant eaſque feriant, ut ita dicam, & pungant: impoſſibile erit ut diſtinguat à quo feriatur & pungatur, præcipuè ſi omnes illæ affectiones ſint diverſæ naturæ. Neceſſaria igitur fuit lens cryſtallina, ut ſingulis objectis diverſas partes organi feriendas aſſignaret & attribueret. Nam ſi organum viſûs patuiſſet omnino, objecta ſingula æqualiter in ſingulas ejus partes egiſſent, unde non poterat magis vitari confuſio, quam cum excitato tumultu, à conferta multitudine, unus idemque ſine ullo ordine verberatur. Si verò tantum per foramen aliquod ſuas objecta tranſmiſiſſent actiones, vel foramen illud exiguum foret, vel ſatis amplum; ſi primum invalida fuiſſet cujuſque objecti actio, dum per unicum tantum radium ſingulæ ejus partes in organum egiſſent. Si verò fuiſſet ſatis amplum, non fuiſſet vitata confuſio, quælibet enim pars objecti in plures organi partes egiſſet, & conſequenter plures objecti partes in eandem partem organi. Igitur appoſitè concinnata fuit lens cryſtallina, quâ objecta ſingula in diverſas objecti partes etiam per plurimos radios agerent, fieretque ſimul & actio validiſſima, & ſimul diſtinctiſſima.

Aqueus humor licet abſolutè non videatur neceſſarius, (cum in experimento communi ſupra relato) unica lente vitreâ totum abſolvamus negotium; nihilominus inutilis non eſt, cum in eo jam inchoëtur aliqua refractio, multumque conferat

Digitized by Google

ferat ad unionem radiorum ad easdem partes objecti pertinentium. Deinde fuit necessaria uvea perforata, cujus foramen coarctari & dilatari posset, ne nimia objectorum actio organo noceret, & ut ita dicam comburgeret : tam enim benè potest sol medio crystallino humore comburere retinam, ac comburit alia corpora, dum eius radii lente vitrea colliguntur. Quare dolor aliquis, immò & si attentiùs & diu respiciatur, aliqua cicatrix, quæ per aliquod tempus perdurat, redditque inutilem eam partem retinæ ad percipienda alia objecta, propter duritiem illam & callum quem obduxit : eo modo quo dum cibis formaliter calidioribus alicujus comburitur lingua ; non potest tam facilè sapores percipere. Debuit igitur author naturæ huic malo providere, uveamque crystallino obducere, perforatam quidem, ne radios luminis prohiberet, cujus tamen foramen coarctaretur, quoties nimium luminis immittendum foret, esset que periculum ne organo noceret ; & dilatari dum lux modica affulgeret, ut pluribus radiis aditus pateret, & consequenter produceretur majus lumen in organo. Ut autem facilior esset motus uveæ, debuit alicui humori innatare, ne nimia siccitate corrugaretur, redderetur que inutilis ad talem motum. Hic autem motus liber non est, sed ubi nimia lux ad oculos appellit suapte sponte pupilla sensim coarctatur ; aperitur autem & maximè hiat in tenebris, quod notare possumus in alienis oculis, si ipsis propiùs accensam facem admoveamus. Non distat uvea à crystallino, quia talis distantia nociva potiùs quam utilis foret : si enim distantia esset notabilis, plerorumque objectorum radii tantum obliquè in crystallinum inciderent ; qui minus essent apti ad efficiendam visionem. Non tamen uvea immediatè adhæret crystallino, quia non haberet motum liberum. Aqueus humor modicus est, ut videatur tantum esse factus ad uveam continendam. Nihil dico de cornea, quæ ad continendum aqueum est facta, durior est aliis membranis, & tunicis, ne tam citò ab incurrentibus corporibus læderetur. Omitto palpebras & cilia, quæ potius ad tutelam & cautionem erunt apposita, quàm quod ad visionem aliquid conferant. Aranea totum vestit crystallinum ne diffluat & cum aliis confundatur aut suam amittat figuram.

Quia experimur post lentem vitream non tam citò radios à sole, aut à singulis objecti partibus emissos uniri, sed postquam in lente vitrea ita refracti sunt ut ad se invicem convergant ; necessarium esse aliquod spatium, ideò pars organi in qua depingerentur objectorum imagines, debuit distare à crystallino, propterea que retina non est illi immediata, sed locum habet in centro, & ab eo ferè æqualiter undequaque distat.

Atque ut eam distantiam semper servaret, nec proprio pondere subsideret ; plena est humore vitreo, quo humectaretur, redderetur que aptior ad impressiones objectorum excipiendas. Est item nervus opticus ut daretur consensus aliquis inter oculum & cerebrum, & visionem sequeretur actio imaginationis. Cæteras partes ad motum necessarias hic omitto.

PROPOSITIO IV.

Theorema.

In qua parte oculi fiat visio.

Quamvis hæc propositio potiùs ad physicam, quàm ad matheſin pertineat, quia tamen sine nostris principiis in hac materia cæcutit physica, nostrisque principiis positis & benè intellectis facilè sequitur hæc propositio, ideò jure merito hanc examinandam censui. Id unica propositione facio quod alii libris integris peragunt ; res enim meo judicio ita facilis est, ut non tot tricis egeat ut probetur.

Dico Retinam esse proprium visionis organum, seu quod idem est radios luminis ad retinam appellentes animam determinare ad visionem in retina eliciendam, & antepositos humores esse quasi conditiones requisitas, ut radii sive luminis sive specierum visibilium, possent appositè ad retinam appellere ad visionem in ea faciendam : quam assertionem duplici ratione demonstro, quantum patitur materia physica. Prima positiva est, secunda negativa, per rejectionem aliarum partium. Non est autem hæc propositio eadem ac prima, & secunda, quæ tantum probarunt eo modo depingi in retina objectorum imagines, quo depinguntur in charta in phænomeno cubiculi clausi ; quidquid tandem sint hæ imagines quæ in charta apparent. Certum autem est in charta has imagines non esse visionem, seu actionem vitalem, cum nulla talis in charta admitti possit : has ergo imagines prima & secunda propositione in retina depingi ostendi, hic præterea ostendere conabor, si quæ datur actio vitalis perceptiva rerum visibilium quam vocamus visionem, hanc in retinâ produci.

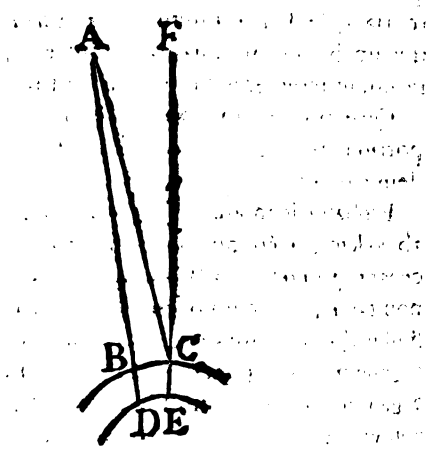
Probatur primò. Illud est proprium visionis organum, quod magis appositè potest determinari ab objectis ad visionem eliciendam ; sed talis est retina, ergo retina est proprium visionis organum. Major videtur mihi certissima ; cùm enim debeat objectum coagere cum ipso organo ; ut volunt aliqui, vel emittere aliquid, quod per seipsum formaliter determinet animam ad suam actionem eliciendam : si in aliquo organo ita recipiatur impressio facta ab objecto, ut sit aptissima ad faciendam talem sensationem, & aliunde organum illud sit capax talis actionis ; puto nullum illo meliùs constitui posse organum in quo talis actio producatur. Probanda igitur restat mihi minor. Primò retina seu retiformis tunica, tota contexta est ex nervulis, immò videtur esse pars nervi optici, seu nervus opticus productus : ergo ex se capacissima est talis operationis ; seu visionis, nempe ut sentiat objecta. 2. Illud organum maximè potest determinari ab objectis in quod & potentissimè agunt objecta, & sine ulla confusione : sed talis est retina in qua (*per primam hujus*) distinctissimè depinguntur objectorum imagines, ita ut agant singulæ partes objecti in singulas retinæ per unionem plurimorum radiorum, ideoque potentissimè. Unde concludo ineptè fuisse concinnatum oculum, si in eam partem potentissimè agerent objecta, in qua omnis talis

Digitized by Google

actio inutilis esset ad visionem, sed actio objectorum in retinam inutilis esset ad visionem nisi fieret visio in retina, si enim assignetur aliqua alia pars in qua fiat visio, in eam potentissimè deberent agere objecta, & non in retinam.

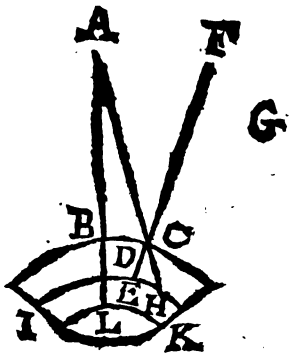
2. Argumentum negativum est. In nulla parte ante ipsam retinam posita, in nulla post retinam fieri potest visio; ergo vel nulla est, vel fit in retina non in parte aliqua post ipsam retinam positâ; quia retina diaphana non est, nec potest transmittere radios ab objectis emissos ulteriùs. Non etiam in parte antetiori; quia si fieret visio in parte aliqua anteriori, inutiles essent partes posteriores: neque diaphanæ esse deberent, & transmittere ulteriùs luminis radios. Quod ut meliùs, & certiùs exequamur; percurramus singulas oculi partes, ut videamus quid incommodi sequatur si in iis statuatur visio: prima quæ occurrit est cornea, in quâ contendo fieri non posse visionem, Primò quia esset maxima confusio, quælibet enim objecti pars in quamlibet corneæ partem agit; cùm à qualibet objecti parte ad singula corneæ puncta duci possit linea recta; ergo inconditè, & nullo servato ordine determinaretur ad visionem. Secundò quælibet objecta in singulas corneæ partes per unicam tantum lineam agunt; ergo cum maxima debilitate. Tertiò dum adnascitur alicujus oculis cataracta, hæc non tegit corneam, sed tantum obturat pupillam, seu foramen uveæ, & tunc nihil prorsus videtur, videretur autem aliquid si cornea esset proprium visionis subjectum. Nisi dicas obturatâ pupillâ impediri spiritus animales, qui necessarii sunt ad visionem. Sed contra; cornea etiam demissâ tali cataractâ benè nutritur, nec ullo modò apparet immutata: ergo haberet etiam sufficientes spiritus animales. Deinde spiritus animales non sunt lucidi, ut egeant medio diaphano ad hoc ut transmittantur à nervo optico usque ad corneam. Denique extinguerentur illi spiritus si transmitterentur à nervo optico in corneam per tres humores. Quartò inutiles essent alii humores, & tunicæ. Quintò alicui perforata fuit cornea acu, & asseruit se eam acum vidisse. Sextò si per duo foramina res eadem spectatur, non semper neque in omni situ apparebit geminata; sed semper appareret geminata quoties duo radii ab eodem objecto per duo foramina emissi corneam attingerent, quod tamen est falsum. Si enim dicas quod etiamsi sint duo radii diversas retinæ partes attingentes, quod unicum tantum objectum ostendant, quia ab eodem objecto procedunt. Sed contra si objicias chartam in certâ distantia, perforatam duobus aut tribus foraminibus in aliquo situ inferiùs explicando, videbitur duplex, aut triplex objectum pro numero foraminum; sed in tali casu hi radii ab eodem objecto emittuntur; ergo non sufficit radios ab eodem objecto emitti, ad hoc ut unicum & non geminatum objectum videatur.

Multò minus fit visio in cornea, ita ut radius qui in corneæ profunditate recipitur sit visorius, & determinativus potentiæ ad videndum. Sit enim objectum A, emittens duos radios in corneam B C, nempe radios A B, A C, sitque A B perpendicularis, & consequenter irrefractus. Sit autem alius radius A C obliquus, qui cum à medio rariori nempe aëre, incidat in corneam, frangetur ad perpendicularem (*per suppositionem primam*) Frangatur ergo in CE, & radius E C, producatur secundum lineam rectam in F. Si radii BD, CE essent visorii; hoc est essent ii qui ultimò



determinarent organum ad videndum, videretur objectum A, secundum lineam EC, ergo videretur etiam in F: neque enim oculus videt objectum nisi secundum ultimum radium quem recipit, alioquin res per speculum reflexè visa non videretur esse in speculo: sed in suo proprio loco, quod tamen falsum est.

Secunda pars oculi quæ occurrit est humor aqueus, sed neque in illo fieri potest visio. Primò quia nullus humor est ad sentiendum aptus; cùm neque sit nervus neque aliquid hujusmodi; nimia enim mollities est ad sentiendum inepta; deindè probabilius est humores non animari. Secundò in eo humore est adhuc confusio radiorum, hoc est à pluribus objecti partibus ad idem punctum aquei humoris duci possunt lineæ rectæ. Potest item fieri difficultas superius proposita circa corneam: cum enim cornea, & aqueus humor non multum differant, radius qui frangitur in cornea recta procedet in aqueo; atque adeò objectum geminatum, & in duobus locis appareret. Ut si

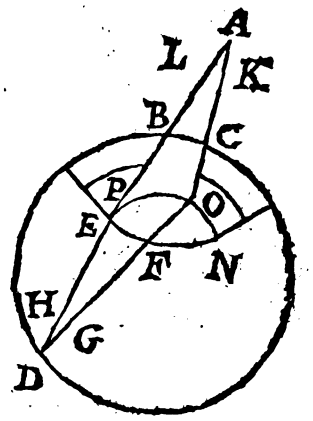


punctum A duos radios emittat in aqueum humorem, nempe radios AB, A C, primum perpendicularem, & irrefractum, secundum verò obliquum, & consequenter refractum in puncto C. Si aqueus humor, & cornea sint ejusdem densitatis, non rectà procedet in H, sed frangetur in DE, & objectum videbitur secundum lineam E D; ergo in puncto F. Quod si humor aqueus fuerit densior quam cornea, adhuc fiet alia fractio ex eadem parte, ita ut radius DE productus, magis vergat ad partes G; ergo adhuc in tali casu objectũ per duos illos radios visum geminatum, & in locis A, & G videbitur. Si denique aqueus humor dicatur esse minus densus quam cornea, quia majorem habet densitatem

denſitatem quam aër radius CD, frangetur in H, non tamen ita ut radius H D, coincidat cum A C, quia ad hoc neceſſarium eſſet, ut tanta eſſet differentia quoad denſitatem inter corneam, & aqueum humorem, quanta eſt inter aërem & corneam, ut reſtitueret radium in priſtinum ſtatum.

Quæ ratio etiam valet ad probandum araneæ portionem anteriorem qualis eſt I K non eſſe ſedem viſionis.

Probatur item alia ratione radii AC, AB, emiſſi ab eodem objecti puncto A, licet jam inter ſe accedant, propter refractiònem in puncto C factam; non tamen adhuc uniuntur in anteriori parte cryſtallini, ſeu in aranea; ergo ſi aranea eſſet viſionis organum, idem punctum A, afficeret duas partes organi nempe punctum L, & punctum H: ergo non vitaretur confuſio. Probatur antecedens ex ipſa aquei humoris figurâ, quæ non adæquat medietatem unius Sphæræ: ergo non poteſt unire radios ad idem objectum pertinentes. Conſequentia patet: Si habeas lentem vitream convexo-concavam, aut etiam plano-convexam, nunquam in ejus ſuperficie poteris radios ſolis unire; ſed in aliqua diſtantia. Quo argumento etiam probo neque in cryſtallino, neque in araneæ alia parte, neque in toto vitreo humore fieri poſſe viſionem. Quæro enim quid requiratur, ut aliquod objectum licet unicum in ſe geminatſi appareat. Certum eſt enim aliquando tale apparere, nempe ut duo radii ab eadem parte objecti emiſſi, duas diverſas partes organi in quo fit formalis viſio feriant, & inſuper hi duo radii producti versùs objectum non conveniant: ſed ſive ponatur viſionis organum eſſe cryſtallinus, aut illum ambiens aranea, ſive ſtatuatur vitreus humor hæc duo inveniuntur, nempe quod in illius duas partes diſtinctas incidant radii ad eandem objecti partem pertinentes, & inſuper producti versùs objectum non conveniant inter ſe, nec oſtendant objectum eſſe in eodem loco: ergo omne objectum non dico duplicatum, ſed multiplicatum videri deberet.



Sit enim objectum A, radij incidentes in oculum AB, A C, quos oſtendimus tantùm uniri in retina in puncto D, ſi ſtatuatur organum viſionis eſſe aranea E F N. Dico fore ut duplex videatur objectum A. Quid enim requiri poteſt, ut objectũ A, videatur duplicatum, niſi hæc duo nempe ut afficiat duas partes organi, ſeu puncta E, F, & ita eas afficiat, ut non poſſit oculus ſentire eas duas affectiones prodire ex eodem loco, ſed etiam hoc poſtremum invenitur: nam ſi producerentur radii EP, FO, non inciderent in punctum A, ſed EP, in L, & F O in K; ergo ſentit oculus ſe percuti in E ex loco L, in F ex loco K, igitur geminatum deberet apparere objectum A, quod eſt contra omnem experientiam. Quod argumentum convenit etiam vitreo humori.

Quare reſtat ſola retina, quæ ſit formale viſionis organum, nempe in quo vitatur omnis omnino confuſio, cum unicum illius punctum verbi gratia D, ab unico tantum objecti puncto A, feriatur & pungatur.

Reſtat tamen una difficultas; nempe contendunt aliqui in alia tunica retinam veſtiente fieri viſionem. Hoc perſuaſi argumento.

Si viſio fieret in retina, fieret in omnibus ejus partibus, fierique non poſſet, ut objectum oculo objiceretur, & non videretur: ſed fieri poteſt, ut objectum objiciatur oculo, & non videatur, ſi nempe ejus imago incidat in eam partem retinæ, in quam inſeritur nervus opticus. Probatur antem minor experimento.

Ponantur tria objecta diſtantia ad invicem ſemipede, ſintque maximè viſibilia. Sit unum objectum maximè ad lævam voceturque A, ſit interamedium B, & C, maximè ad dextram. Reſpice uno tantum oculo, objectum A, ita ut oculus in illud intendat, ſeu ſit in axe optico, videbis tamen alia duo objecta, licet non ita diſtinctè. Recede ſenſim intendendo ſemper in objectum A, quod ſupponitur eſſe ad lævam: accidet ut non videatur objectum intermedium B, licet videatur objectum C quod maximè eſt ad dextram: ergo ſignum eſt eſſe in organo visûs aliquam partem, quæ non ſit viſiva. Sed ſi fieret in retina, illud objectum videretur, verè enim ejus imago in partem aliquam retinæ incidit. Quare debet aſſignari alia tunica retinam veſtiens, ſeu chorois pro organo viſus, nam ea in medio eſt perforata, qua parte inſeritur nervus opticus, in quem locum dum incidit imago objecti, mirum non eſt ſi videri non poſſit cum in tali loco deficiat.

Reſpondeo parum intereſſe an præcisè in ipſa retina, an choroïde quæ pars ejus dici poteſt fiat viſio: quamvis etiamſi retina ſit viſionis organum, poterit fieri, ut qua parte ei inſeritur nervus opticus, non ſit ſatis tenuis, & ſenſibilis, ut ſenſationem eliciat. Concludo ergo ex eo experimento, aut eſſe aliquam partem retinæ quæ non ſit apta ad videndum, nempe ea pars cui inſeritur nervus opticus, aut quod in choroïde, ipſam veſtiente, & quæ propterea aliqua ejus pars dici poſſit fiat propriè viſio, quod meæ aſſertioni contrarium eſſe non cenſeo.

PROPOSITIO V.

Theorema.

Objectum licèt per plures radios in eadem parte retinæ collectos viſum, unicum apparet.

Attingo hîc difficultatem ſatis magnam, & quæ meo judicio, ſola eſt quæ nonnihil negotii poteſt faceſſere. Hæc autem ita moveri poteſt. Si viſionis organum nempe retina potentiſſimè movetur ab objecto, eo quod eadem pars retinæ pluribus radiis ab eodem objecto prodeuntibus feriatur, & pungatur: objectum multiplicatum apparere debet, toties nempe quot radii eam partem retinæ attingunt;

Digitized by Google

attingunt: ſed hoc eſt manifeſtè contra experientiam: ergo doctrina ſuperiùs tradita nequaquam poteſt ſubſiſtere. Probatur major, objectum tunc multiplicatum apparet cum videtur eſſe in pluribus locis; ſed deberet videri eſſe in pluribus locis; ergo multiplicatum apparere deberet. Major eſt certa; ſi enim videatur eſſe in pluribus locis non poterit non apparere multiplicatum. Minor ita probatur; oculus videt objectum eſſe in eo loco, ex quo ſentit ſe affici, & ut ita dicam pungi; ſed ſentit ſe pungi ex pluribus partibus à radiis ad idem objectum pertinentibus; nam ſentit ſe affici ex ea parte, ex qua radii ultimi ipſum ferientes procedunt, & ad ipſum appellunt. Sed ad idem punctum organiſentientis, nempe retinæ, radii ad idem objectum pertinentes appellunt ex diverſis partibus, ergo debet videre objectum eſſe in diverſis locis. Id clarum eſt ex

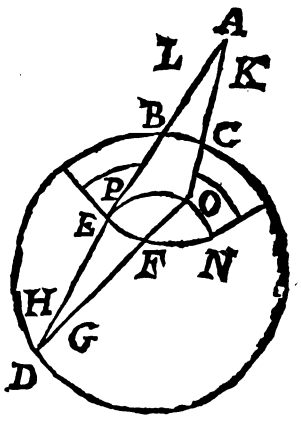
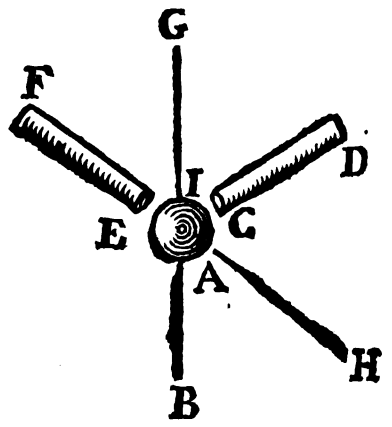


figura in qua punctum D retinæ attingitur pluribus radiis ab eodem objecto A prodeuntibus, nempe radiis ED, FD & aliis innumeris, qui inter illos excogitari poſſunt: radius autem ED, procedit quaſi ex puncto L, & radius DF ex puncto K. Igitur punctum A, debet ſimul apparere in K & L, immò & in toto ſpatio LAK. Si enim ſolus eſſet radius DE, videretur tantum in L, ſi ſolus DF, videretur objectum A eſſe in K: ergo ſi inveniantur duo radij ED, DF, videbitur ſimul in L & K. Confirmatur tota hæc ratiocinatio. Videmur eâdem uſi, ut probaremus viſionem non fieri in cryſtallino, aut vitreo; v. g. non fieri in punctis E, & F, quia videlicet idem objectum A, videretur eſſe in radio FO, & in radio EP, qui duo radii cum inter ſe non conveniant verſus A, repræſentabunt objectum eſſe in duobus locis.

Duplici aut triplici viâ nodum hunc ſolvam. Priorem modum afferam tantùm animi gratiâ, neque enim eum omnino ſolidum puto, propter inſtantiam validam cui non ſatisfacit; ad eum tamen intelligendum volo cogitari radios luminis quaſi aliqua corpora retinam impellentia, & in ea motum aliquem localem producentia. Quod intelligentiæ tantum causâ dictum velim, licet hoc velint aliqui eſſe ad mentem Ariſtotelis accommodatum, aſſerentis viſum eſſe ſpeciem tactûs. Sicut ergo bene ſentimus dum aliquis nos impellit, & in nobis producit impetum, multò melius, ſi id etiam cum aliqua diviſione fiat, ita poſſet aliquis non omnino quoad hoc propugnare radios luminis ab objectis reflexos, & in oculum emiſſos, impellere, pungere, & vellicare retinam; ſed quidquid ſit de hac opinione mihi liceat intelligentiæ causâ proſequi eandem methodum.

Certum eſt, & indubitatâ conſtat experientiâ, quòd ſi res eadem impellatur duplici impulſu non quidem omninò contrario; quod aut unicus producetur impetus, aut quod idem eſt; duo unico, &



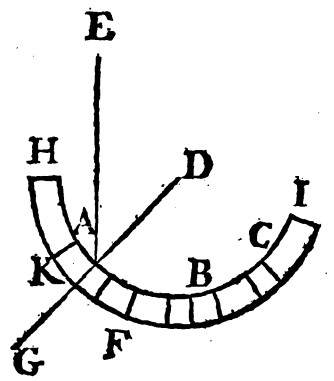
eidem æquivalentes. Sit enim globus A, qui ſimul duobus baculis CD, EF, impellatur, motus qui producitur erit ſecundùm lineam AB, idemque producetur impetus, ac ſi impelleretur globus A, ſecundum lineam GI. Unde concludo quòd ſi globus A, animatus eſſet, & in eodem puncto I, ſimul impelleretur duobus baculis EF, CD, eandem prorſus impreſſionem ſentiret, ac ſi impelleretur ſecundum lineam GI, quod ut oculo applicetur, cum impellitur punctum D retinæ, penultimæ figuræ duobus radiis ED, FD, idem producetur impetus, ac ſi impelleretur aliqua pulſione intermedia, nempe eâ quæ ex puncto A, rectà perveniret ad punctum B. Vel ſi velis cogitare radios unitos immediate antequam retinam attingant, punctum illud aut minimum ſenſibile luminis impulſum à duobus radiis ED, FD movetur motu intermedio ſicut globus A, ſupra deſcriptus; & unicum in retina producit impetum, ſecundùm lineam aliquam intermediam, id eſt quæ velut ex puncto A procederet. *Hîc tamen ultimus modus ſubſiſtere nullatenus* poteſt, quia ſequeretur quod duo radii luminoſi poſt unionem in unum eundemque coaleſcere deberent quod eſt manifeſtè contra experientiam.

Contra hujuſmodi modum explicandi eſt manifeſta inſtantia, cui vix puto reſponderi poſſe, ſi in ea explicatione præcisè ſiſtatur. Sequitur enim quod intercepto radio AC; & conſequenter radio DF, ita ut ſolus remaneat radius DE, videretur moveri objectum, ſed hoc nemo experitur. Si enim per duo foramina ita objectum aliquod reſpicias, ut non appareat geminatum (neque enim in omni caſu, & ſitu geminatum apparet) ſi (inquam) intercipiatur unus radius, non apparebit objectum mutare locum. Sed ſi hæc explicatio valeret, id accideret, nam tunc non produceretur aliquis impetus, aut motus mixtus, ut ſi globus propoſitus A, non ampliùs impelleretur duobus baculis FE, CD, ſed ſiſteretur alteruter, nempe CD; globus A non amplius moveretur ſecundùm lineam AB, ſed ſecundùm lineam AH. Pariter ſi punctum D, impulſum duobus radiis DE, DF repræſentat objectũ in loco aliquo intermedio, intercepto radio DF, non amplius repræſentabit objectum in aliquo loco intermedio; ſed tantum ſentiet ſe pungi ex puncto L.

Secundus modus magis probabilis, & ſatis bene explicans, ea quæ in oculo accidunt, eſt iſte, nempe quodcumque punctum retinæ, aptum eſſe ut moveatur ſecundùm perpendicularem, ita ut aliæ partes retinæ impediant quominus moveatur ſecundùm aliam lineam, quod ego explicarem exemplo fornicis cujus ſinguli lapides, ita diſpoſiti ſunt, ut loco moveri non poſſint, niſi ſecundùm lineam perpendicularem, ſeu per centrum illius ductam.

Sit

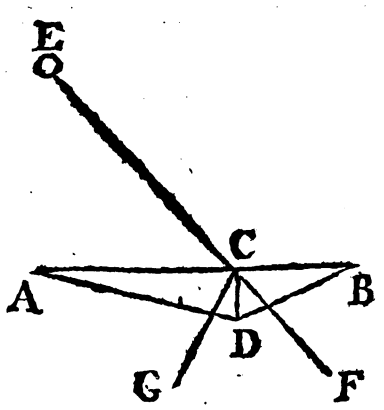
Sit enim fornix ABC, cujus D, centrum est, si lapis A, impellatur per lineam EA, non movebitur se-



cundùm illam, huic enim motui resistunt lapides vicini, sed movebitur secundùm lineam AG, cùm hæc sola motui relinquatur via; ergo eodem modo movebitur ac si impulsio ex centro D procederet. Unde omnis impetus in iis lapidibus productus, eundem effectum producet, ac si ex puncto D procederet.

Quod ut materiæ nostræ applicetur, favet maximè huic explicationi aliquorum opinio, qui dicunt totam retinam compactam esse ex nervulis non quidem extensis; sed quorum fibræ omnes centrum retinæ respiciant, eo modo quo in figura vides lineolas esse ductas.

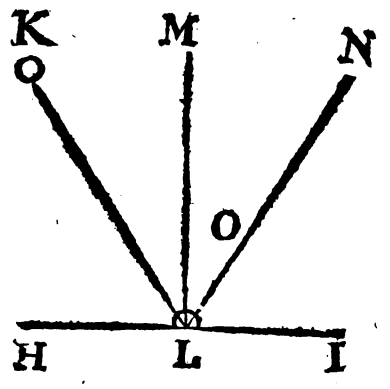
Venit etiam mihi in mentem alia ejusdem principii explicatio, non considerando retinam per modum fornicis; sed per modum, alicujus chordæ flexibilis, aut corporis alicujus contexti ex hujusmodi nervis flexibilibus, flexibilem autem nonnihil esse retinam, ostendit satis materia. Dicitur enim retina, seu retiformis tunica, quod nervulis hoc modo extensis constet. Si autem impellatur chorda extensa, inflectetur non secundùm lineam quâ impellitur; sed secundùm eam lineam secundũ quam est facilior motus. Est autem facilior motus, ut pars A, secundùm lineam AG, moveatur quam secundùm quamcumque aliam; ergo movebitur secundùm lineam AG, quocumque impetu impellatur. Probo autem faciliorem esse motum secundùm lineam AG: Si moveretur pars A, secundùm lineam AF, huic motui resisteret pars retinæ AH, quæ nimis extenderetur; item pars retinæ ABC, quia ejus partes nimis comprimerentur; motui autem AG, nulla resistit, aut saltem non ita resistit. Quæ explicatio confirmari potest aliis exemplis. Sit enim funis A B extensus, & firmiter annexus in punctis A, & B, incidat in eum globus E, sed obli-



quo casu; anne propterea movebitur secundùm lineam EC, productam; haud dubiè non ita fiet; sed tantum secundùm lineam CD, resistente prio-

ri motui lineâ AD, quæ tantum extendi non potest: quâcumque ergo tandem lineâ incidat globus E, in punctum D, semper eodem modo inflectetur. Ratio est quia ad motum quemcumque alium, vel resistit segmentum AC, quod nimium extendi deberet, si nempe punctum C, moveri deberet secundùm lineam CF item resisteret motui segmentum CB, si punctum C, moveri deberet secundùm lineam CG, quia tunc nimium extendi deberet.

Nonnullos vidi qui ita explicarent, dicerentque quod quoties sentitur impetus impressus ab aliquo corpore, nisi fiat divisio corporis, neque multùm moveatur corpus percussum, quod (inquam) sentitur ille impetus secundùm perpendicularem, ita si alicujus frontem percuterem, quæ sit, v.g. HI,

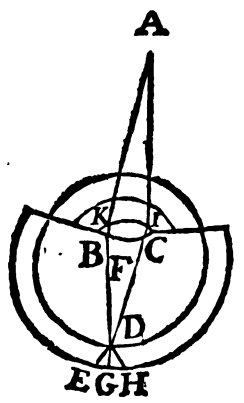


quomodocumque percutiatur non sentietur ex qua parte fiet percussio, sive percutiatur secundùm perpendicularem ML, sive obliquè, modò HI, non multùm introrsum moveatur, nec corpus impellens, multum penetret intra profunditatem corporis HI. Quod adhuc volunt magis verum esse si corpus impellens sit sphæricum, ut si impelleretur ex puncto K globus secundùm lineam OL, eandem impressionem faceret, ac si ex puncto M, demitteretur. Ratio est quia superficies HI; non sentit motum KL, nisi quatenus illi resistit, sed non resistit motui KL, (composito ex perpendiculari seu verticali ML, & ex horizontali HI) prout horizontalis est, hoc est prout defert mobile K ex H in I, sed tantùm prout illud defert ex K in H, seu ex M in L; ergo quomodocumque deferatur globus K, in punctum L, sentiet illum motum, præcisè quatenus perpendicularis est. Quod confirmo experientiâ communi, simus duo in eadem navi, quæ feratur ab oriente in occidentem, simque respectu alterius ad plagam Septentrionalem, ille ad meridionalem, oppositi nempe secundùm latitudinem navigii, & immittat pilam quæ me feriat. Realiter motus illius pilæ compositus est, ex motu ab oriente ad occidentem, & præterea ex motu à meridie ad Septentrionem, ego tamen nullo modo patiar ab ea pilâ, quatenus fertur ad occidentèm, quia illi motui non resisto, eò quòd simul ferar in occidentem; pariter quia superficies HI non resistit motui illius globi prout horizontalis est, cum ipsa superficies etiam horizontaliter feratur, aut extensa sit, sentiet illum ictum tantùm quatenus habet de perpendiculari; ergo eodem modo sentiet globum delatum per KL, ac per ML, nisi quod forsitan ictus erit major in uno, quàm in alio, sed loquimur tantum quod sentiat ex qua parte feriatur.

Qui nolet ita philosophari, nec respicere sensum visûs ad modũ alicujus tactûs, hanc habeat explicationẽ. Supponatur retina non esse omnino opaca, sed habere aliquam diaphaneitatem; supponatur

Digitized by Google

item majorem habere denſitatem quam humor vitreus ; quibus poſitis facilè in multis explicabo, quomodo licèt objectum videatur per plures radios, hoc eſt fiant duo coni contrapoſiti quorum eadem baſis nempe oculus; vertex unus in objecto alter in retina, nihilominus unicum appareat objectum in linea recta à puncto illo ad objectum, aut ab oculi centro ad idem punctum quod idem eſt.



Sit objectum A, emittens per pupillam, & cryſtallinum radios AB, AC, qui uniantur in eodem puncto retinæ D. Producti autem rectâ in craſſitie retinæ incidant in E & H, ducatur per punctum D perpendicularis DG, certum eſt quod frangentur illi ambo radii ad perpendicularem DG, (*ſecundum ſuppoſitionem primam*) Licèt autem omninò mathematicè non conveniant cum perpendiculari, phyſicè tamen cum illa conveniũt. Cum ergo radii BD, DC non ſint in organo in quo fit viſio, fit enim (*per* ;) in retina, ſed tantum radius DG, aut duo cum illo phyſicè convenientes; videbitur objectum ſecundùm lineam GD, *nihil* enim ſentire poteſt oculus, niſi ſecundùm id quod in proprio organo visûs reperitur. Ergo videbit objectum in linea GD, ſed linea GD, producta tranſit per F, centrum retinæ ; quod probabiliter eſt etiam centrum aliorum humorum. Ergo videtur objectum in loco ſuo proprio, licèt videatur etiam per radios obliquos, cum illi radii obliqui coincidant ſenſibiliter cum perpendiculari.

Atque ſunt *iſti modi* quibus explicatur hæc propoſitio, quæ eſt fundamentalis in toto hoc negotio, & quâ ſuppoſitâ facilè multa alia explicantur. Fuit propoſita in ratione dubitandi aliqua confirmatio quam ſine ſolutione relinquere non debeo. Nempe quod videamur uſi eo argumento, quod ſolvimus ad probandum viſionem non fieri in cryſtallino, aranea, aut vitreo, hoc eſt quod viſio puncti A non fiat verbi gratiâ in B & C cryſtallini; quia cum radii BK, CI, partes diſtinctas cryſtallini attingant, & producti rectà non reſpiciant punctum A; impoſſibile eſt ut oculus vi illorum videat unicum objectum. Licet enim duæ organi partes impulſæ duabus pulſionibus ex diverſis partibus factis non poſſint, ut ita dicam judicare, ſe impulſas eſſe ab eodem objecto, eadem tamen pars impulſa duobus radiis propter diſpoſitionem ad unum tantum motum, unico tantum motu moveri poteſt, & conſequenter eodem modo, ac ſi unica fuiſſet pulſio. Igitur aliter philoſophandum eſt de unica parte retinæ à diverſis radiis impulſa; aliter de duplici parte impulſa duabus pulſionibus, quæ nullo modo videantur venire ex eodem objecto propter refractionem jam præſuppoſitam. Dico ergo fieri poſſe, ut eadem pars retinæ ſimul percutiatur à duobus, judicet tamen ut ita dicam ſe unica percuſſione petitam; fieri autem non poſſe, ut duæ partes imperantur duabus pulſionibus, quæ diverſa reſpiciant loca, judicent tamen ſe ab uno eodemque objecto percuſſas. Dixi quæ diverſa reſpiciant loca, duo enim oculi unicum vident objectum, quia ut oſtendam infra cum de duobus oculis, licèt duplici viſione videant idem objectum, illud nihilominus in eodem loco vident, atque adeò non geminatum, hoc eſt impetuntur duæ illæ partes duabus pulſionibus, quæ ferant in eundem objecti locum.

Hanc autem difficultatem videtur attigiſſe P. Skeinerus dum percurrens refractiones, quas patitur quilibet radius ab objecto in oculum immiſſus, oſtendit tandem in retina ita refringi ut directè ferat in objectum. Puto tamen hîc aliquid phyſicum intelligendum, fateor enim non uſque adeò geometricè omnes radios quadrare cum perpendiculari ducta ad punctum retinæ, quod attingit, & quæ conſequenter ferat in objectum.

Quidquid autem ſit an explicationes quas attuli omnino convincant, neque enim plus roboris illis tribuere velim, quam in ſe habeant : attamen exiſtimo ſatis fuiſſe demonſtratum, objecti quamcumque partem pluribus radiis in idem retinæ punctum collectis agere, vel nullam poſſe aſſignari probabilem rationem cur ita compoſitus ſit oculus, & eo admiſſo omnia ſine ulla difficultate, non ſolùm explicari : ſed etiam ferè palpari. Cum igitur aliunde conſtet experientiâ nos unicum objectum videre & in ſuo proprio loco, ſi nihil aliud accidat; dicendum eſt (*inquam*) eam eſſe vim retinæ, ut quomodocumque attingatur, & ex quâcumque parte referat eam impreſſionem ad perpendicularem; atque hoc in omni opinione explicandum puto, hoc eſt ſive dicatur viſio fieri inverſo ſitu, ſive erecto. Nam quod incidant plures radii ab eadem parte objecti ad oculum, nullus negare poteſt, cum omne agens agat in omnẽ partem; & ab eadem parte objecti ad ſingula puncta pupillæ duci poſſint lineæ rectæ ; propagabitur etiam lumen aut ſpecies (parum intereſt) ſecundùm illas lineas. Quæ cum inveniant humores diaphanos, penetrabunt uſque ad retinam, vel ergo unientur in eodem puncto tales tres radii, vel non; quidquid verò dicas reſtat difficultas integra; ergo omnibus ea difficultas eſt explicanda. Quare ſit indubitatum, idem punctum retinæ excipiens plurimos ejuſdem objecti radios, illud unicum videre ſecundum lineam perpendicularem ad illud punctum retinæ ductam.

COROLLARIUM I.

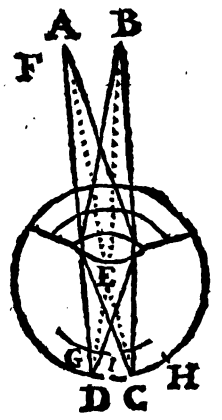
Objecta quorum radii diverſas retinæ partes attingunt videntur in diverſis locis. Sint enim objecta A, & B, quæ retinam in diverſis punctis C, & D attingant; dico illa objecta viſum iri in diverſis locis extra oculum. Sit enim centrum retinæ E, objectum A attingens punctum C retinæ, videtur (*per præcedentem*) eſſe extra oculum, ſecundùm lineam CE; objectum B attingens punctum D, retinæ videtur eſſe extra oculum ſecundùm lineam DE ; ſed illæ duæ lineæ unitæ intra oculum in puncto E neceſſariò extra illud divaricantur, & in diverſa incidunt loca ; ergo objecta diverſa, attingentia diverſas retinæ partes, in diverſis videntur eſſe locis.

COROL

Digitized by Google

COROLLARIUM II.

Objecta idem attingentia punctum retinæ videntur ſecundum eandem lineam, ut ſi objectum



A attingat punctum retinæ C, & accidat caſu aliquo, ut aliud quodcumque objectum F attingat radiis ſuis idem punctum C, (*per præcedentem*) ambo videbuntur ſecundum lineam C E, ideoque videbuntur eſſe, aut in uno eodemque loco ſi oculus judicare non poſſit de diſtantia, aut ſi judicet unum videbitur diaphanum, non impediens alterius viſionem, aut certè erit confuſio.

COROLLARIUM III.

Objecta quæ ſiniſtras partes retinæ ſuis radiis attingunt apparent dextra, quæ dextras, ſiniſtra. Sit enim A, attingens punctum C, & B, punctum D, videbitur A, ſecundùm lineam CE, & B ſecundùm lineam DE, quæ ſe interſecant in puncto E, & poſt concurſum mutant ſitum : ergo quæ ſiniſtras attingunt retinæ partes, apparent dextra, & contrà.

COROLLARIUM IV.

Idem objectum duas attingens retinæ partes videtur in pluribus locis, ut ſi retina eſſet in G I, & punctum B, attingeret partes ejus G, & I videretur punctum B, ſecundùm lineam GE, & etiam ſecundùm lineam IE; ergo in pluribus locis videretur, nempe ſecundùm duas lineas quæ extra oculum duo diverſa loca deſignant.

COROLLARIUM V.

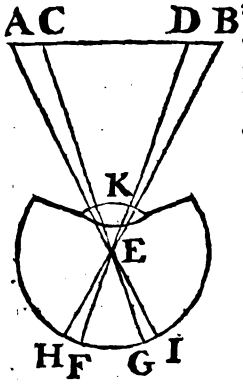
Illud objectum cujus imago in retina major eſt, cæteris paribus majus apparet : quia illud objectum majus apparet cujus extrema magis inter ſe diſtare videntur, ſed illud cujus imago major eſt tale eſt; ergo majus apparet. Probatur minor. Sit enim imago DH, major imagine D C, dico cæteris paribus objectum F B, majus apparere quam A B. Nam ductâ per intellectum perpendiculari HE, ſi producatur, attinget punctum F, ultra punctum A : ergo ſi diſtantia ſit eadem, aut judicium ferri non poſſit de diſtantia, quia nimia eſt, aut judicentur illa objecta eſſe æqualiter diſtantia, objectum illud apparebit eſſe F B. Sed objectum F B, majus apparet quam objectum A B, nempe totum majus apparet quam pars illius : ergo quoties objectum majorem imaginem depingit in retina, apparebit majus, cæteris paribus. Quæ voces ſunt diligenter attendendæ. Scio enim dum poteſt judicium ferri de diſtantia hoc falſum eſſe : nam fieri poteſt, ut objectum parvum valde vicinum oculo, majorem depingat in retinâ imaginem, quam objectum majus remotum, quia nempe id colligimus ex diſtantia; diſtantiam autem ex multis cognoſcimus infra explicandis, ideoque addidi cæteris paribus.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

Quæ ſub majori angulo videntur, majora apparent.

Quia innumeræ ſolvi poſſunt quæſtiones, præcipuè verò ad magnitudinem viſam objectorum determinandam, ideò primò ſcire debemus quid ſit ipſe angulus viſorius. Intelligo enim per angulum viſorium angulum aliquem cujus apex ſit in oculi centro, & baſis ſit ipſum objectum. Vel melius angulum ſolidum in oculi centro comprehenſum à lineis ductis à ſingulis objecti terminis, per centrum, ita ut ſi objectum ſit ſuperficies aliqua rectilinea quæ intelligatur tanquam baſis alicujus pyramidis, cujus vertex ſit in centro oculi; angulus ille ſolidus in centro oculi conſtitutus, ſit is de quo loquimur. Si verò objectum ſit figuræ curvilineæ; ille angulus non tam erit angulus aliquis ſolidus, quam turbinatus aliquis vertex, qui tamen ſumetur pro angulo, ſicut conſideramus angulum conorum, hoc eſt angulum triangulorum à quibus generantur. Moneo autem deinceps, ut faciliores ſint figuræ, me ſolum cryſtallinum notaturum cum retina. Sint igitur objecta AB, CD;



angulus viſorius AEB, objecti AB, ſit major angulo viſorio C E D objecti C D. Dico objectum AB, cæteris paribus, majus videri.

Demonſtr. Imago objecti AB erit H I, & objecti CD, erit FG, nam lineæ per centrum oculi tranſeuntes, determinant locum objecti; ergo imago objecti A eſt I, & objecti B eſt H, pariter objecta C & D pinguntur in F & G. Licet autem vitandæ confuſionis causâ alios radios minus principales non duxerim, eodem tamen modo ratiocinandum eſt, ac ſi eos de facto duxiſſem : ergo imago objecti AB major eſt quam objecti CD, ſed (*per corol. ultimum præcedentis*) illud objectum cujus imago in retinâ major eſt, apparet majus; ergo AB apparet majus.

Vel breviùs. Angulus AEB, ex ſuppoſitione major eſt angulo CED, ſed (*per 15. 1.*) anguli AEB, HEI, ſicut CED, FEG ad verticem ſunt æquales; ergo angulus HEI, major eſt angulo FEG, triangula autem HEI, habent duo latera HE, IE, æqualia lateribus FE, GE trianguli FEG, & angulum HEI, majorem angulo FEG, ergo (*per 24. 1.*) baſis HI, ſi duceretur, major eſſet baſi FG; ergo (*per cor. 5. 5.*) objectum AB, majus apparet quam BD.

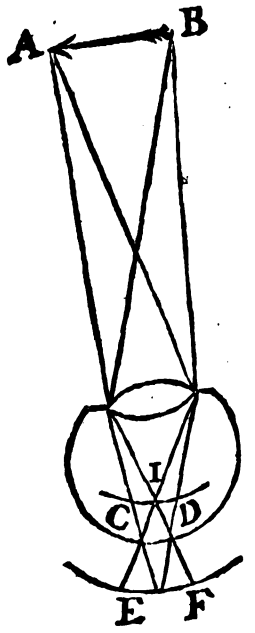
Licèt autem in decurſu ſimus formaturi illum angulum quaſi eſſet in ſuperficie externa ipſius oculi, ut in puncto K, illum tamen intelligemus in centro ipſius oculi, & facilè oſtendemus, quod ſi major fiat angulus in ſuperficie oculi, major etiam erit in centro ipſius oculi.

PROPOSITIO VII.

Theorema.

Ad distinctam visionem requiritur, ut retina radios ab eadem parte objecti prodeuntes, excipiat præcisè in puncto concursûs.

Sit objectum A B, ex cujus singulis punctis A & B emittantur radii in crystallinum, qui deinde uniantur in retina. Primò assero visionem fore distinctam; tunc enim visio est distincta, quando quodlibet objecti punctum videtur in distincto loco; sed quando accidit ut in retina uniantur omnes radii ejusdem partis objecti, radii ad diversas partes pertinentes, diversa puncta retinæ attingent; unientur enim in radiis principalibus, & irrefractis, quæ objecta autem distinctas attingunt retinæ partes (*per cor. 1. 5. hujus*) videntur in diversis locis; ergo quælibet partes objecti, videntur in diversis locis, & non duæ in uno: igitur erit summa distinctio.



Assero secundò si retina attingat hujusmodi radios in C D, sitque vicinior quàm par est, fore confusionem. Tunc enim est confusio, quando eadem pars objecti, videtur in pluribus locis; & duæ in uno: sed hoc accidet in tali casu. Nam radii A I, A D ad idem objecti punctum pertinentes non sunt adhuc uniti; ergo si retina esset in CD, attingerent duo ejus diversa puncta D & I. Ergo (*per Corol. 2. Propo. 2. hujus*) punctum A videbitur in duobus locis; & quia inter I & D, sunt plurimi radii, videbitur punctum A, in toto aliquo spatio satis magno. Idem ostendam de puncto B, & quia radii A I, B I ad diversa objecta pertinentes, uniuntur in eadem parte retinæ, scilicet puncto I (*per cor. 2. 5. hujus*) videbuntur A, & B in eodem loco: ergo est confusio, cum & plura objecta in uno loco, & idem in pluribus locis videatur.

Idem inconveniens sequetur, si retina sit nimis remota, ut in E F; nam radii ejusdem partis objecti post unionem separantur, idem objectum in toto aliquo spatio, & plura in eodem loco videbuntur: ergo in utroque illo casu erit confusio: ergo ut visio sit distincta, retina radios ejusdem partis objecti, præcisè in puncto concursûs, debet excipere.

COROLLARIUM I.

Dum imago objectorum distinctè depingitur in retina, oculus clarè, & distinctè videt, & vicissim dum objecta clarè videt; eorum imago distinctè depingitur.

COROLLARIUM II.

Dum imago confusè depingitur in retina, oculus confusè videt, & vicissim. Dum enim imago confusa est, plurimorum objectorum radii eandem partem retinæ attingunt; ergo illa omnia in eodem loco videbuntur.

COROLLARIUM III.

Dum imago depingitur in oculo, inverso situ, videtur objectum erectum esse, & vicissim dum videtur objectum in situ naturali; imago est inversa, ut demonstr. prop. 2. & 5.

COROLLARIUM IV.

Objecta quorum imagines depinguntur erecto situ videntur inversa.

COROLLARIUM V.

Ea quorum imagines in retina majores sunt; majora videntur cæteris paribus, & vicissim si imagines minores sint apparent minora.

COROLLARIUM VI.

Ea quorum imagines sunt rotundæ, rotunda videntur, si quadratæ quadrata, &c.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

Ut objecta viciniora distinctè videantur, debet aut coarctari crystallinus, fierique sectio minoris sphæræ, aut retina removeri à crystallino.

Suppono dari homines, qui non tantum objecta satis vicina distinctè videant, sed etiam remotiora.

Suppono item ex Dioptrica duas experientias.

Prima erit, lentem vitream, quæ est minoris sphæræ segmentum, radios unire, seu objecta pingere distinctè supra chartam ad minorem distantiam, quam lentem majoris sphæræ.

Secunda erit, lente eâdem, objecta viciniora exhiberi ad majorem distantiam, quam remotiora; utramque experientiam omissis demonstrationibus dioptricis quæ non sunt hujus loci facilè explico hac methodo.

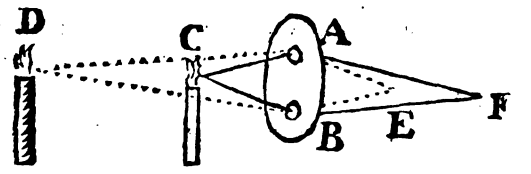
Sumantur duæ lentes quæ successivè in eodem foramine fenestræ cubiculi undique clausi apponantur, noteturque distantia ad quam removenda est charta, ut objecta in ea distinctè appareant; videbisque lentem majorem, seu majoris sphæræ segmentum, exigere ut charta magis removeatur, quàm lentem magis convexam, seu quæ sit minoris sphæræ segmentum.

Secundò sit lens vitrea quæcumque A B quæ tegatur chartâ, relictis tamen duobus, aut tribus foraminibus, huic ad distantiam aliquam majorem tamen quam sit ea, in qua unit radios solis,

illi

Digitized by Google

illi objiciatur fax C, apponaturque charta poſt lentem ad excipiendos radios tranſmiſſos per fo-



ramina A & B; noteturque in qua diſtantia uniantur. Sit verbi gratiâ punctum concurſûs F; objiciatur alia fax accenſa in loco D magis diſtanti, dico te experturum radios facis D, tranſmiſſos per foramina A & B, citius uniri ſeu ad minorem diſtantiam verbi gratiâ in puncto E, quod experiere. Quibus poſitis,

Dico: Si aliquis reſpexerit objectum remotius, illudque diſtinctè viderit, velitque oculos adjicere ad objectum vicinum, quod etiam diſtinctè videat; neceſſariò unum ex duobus accidere neceſſe eſt; nempe vel proceſſibus ciliaribus chriſtallinum dilataverit, illumque reddiderit obtuſiorem, dum objectum remotius intuebatur, ſeu efformaverit in ſegmentum majoris ſphæræ, vel retinam à chriſtallino removerit. Nam dum vidit diſtinctè objectum remotius, retina debuit excipere radios ab iiſdem partibus illius objecti emiſſos præciſè in puncto concurſûs, (*per 7. hujus*) ſed (*per ſuppoſitionem ſecundam hujus*) eadem lens objecti vicinioris radios ad majorem diſtantiam unit, inveniturque retina in eo loco concurſûs: ergo vel receſſit retina à chriſtallino, quando objectum propinquius intuitus eſt, ſi chriſtallinus eandem omnino figuram ſervavit, vel ſi immota fuit retina, neceſſariò mutata eſt figura chriſtallini, in ſphæræ minoris ſegmentum. Si enim omnia manſerunt eadem, nempe eadem diſtantia retinæ à chriſtallino, eademque figura chriſtallini, objectum vicinum appareret confusè, contra ſuppoſitionem. Tunc enim objectum apparet confuſum; cum retina non invenitur in concurſu radiorum ab eadem parte objecti prodeuntium. Non inveniretur autem, quia ſupponitur in diſtantia in qua uniuntur radii objecti remotioris; ſed diſtantia in qua uniuntur radii objecti vicinioris non eſt eadem cum ea in qua uniuntur radii objecti remotioris ſed major; ergo ut utrumque objectum hoc modo diſtinctè videatur, debuit facta eſſe alterutra ex prædictis mutationibus; quod erat oſtendendum.

PROPOSITIO IX.

Theorema.

Quomodo unus oculus videat diſtantiam.

Suppono primò uno oculo vix diſtantiam bene videri, hoc eſt, vi illius impreſſionis, quæ fit in oculo, judicare non poſſumus, an duo aliqua objecta non in directum poſita æqualiter, magis, aut minùs ab oculo ſint remota. Ratio hujus eſt quia diſtantia magnitudo quædam eſt, ſed non omnis magnitudo objecta oculo, videtur pro ut eſt in ſe, niſi debitè objiciatur, ea autem indebitè objiciuntur, quæ ita objiciuntur ut ejus omnes partes eandem affectionem in oculo efficiant, linea autem ita objecta perpendiculariter ad oculum, non aliam facit viſionem, quam efficeret punctum unicum.

Probatur Aſſertio experimento communi, ad diſtantiam unius aut alterius pedis alicujus oculo objectum ſatis parvum objice, & jube ut tranſverſim digito objectum illud feriat, ita ut non dirigat digitum ab oculo aperto ad tale ſignum, ſed à ſiniſtra ad dexteram, aut contra; vix unquam attinget ſcopum: unde ſic argumentor. ſi diſtantiam unus oculus determinatè videret, ita ut vi illius impreſſionis, quæ fit in uno oculo, poſſet judicium certum ferre de diſtantia, poſſet homo illud ſignum reſpiciens, & videns ſimul ſuum digitum, judicare, an digitus ſit æquè remotus ac ſignum objectum: ſed ſi poſſet de illo judicium ferre, non aberraret, retraheret enim ad ſe digitum, aut removeret à ſe, donec æquè diſtaret ac illud ſignum, ſæpe tamen aberrat ab eo ſigno: ergo non poteſt judicium certum ferri de diſtantia etiam non magna, vi unius oculi.

Nolo hîc percurrere omnes modos quibus de diſtantia judicamus, etiam vi illius impreſſionis quæ fit in uno oculo, ſed tantum unicam attingo: oculi chriſtallinus dilatatur, hoc eſt fit ſegmentum majoris ſphæræ dum objecta remotiora videntur, fit ſegmentum minoris Sphæræ dum objecta viciniora videnda ſunt, aut retina admovenda eſt chriſtallino, aut removenda (*ſecundum prop.* 8.) ſed illa dilatatio criſtallini, aut arctatio, ſicut & remotio retinæ, non fit ſine aliquo niſu, & motu ipſius oculi; ergo vi illius motûs poteſt aliquo modo cognoſci diſtantia illius objecti. Ergo unus oculus habet aliquam cognitionem diſtantiæ objectorum, ex eo niſu quem adhibet oculus, ad videnda objecta diſtincte, & poterit de diſtantia judicium ferre. Cætera quæ ad diſtantiam pertinent dicentur ſuo loco cum de objectis communibus.

PROPOSITIO X.

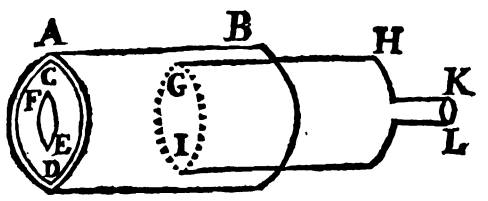
Problema.

Fabrica oculi materialis cui ea omnia accidant quæ naturali conveniunt.

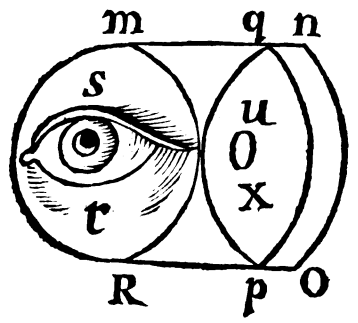
Mirabile quiddam videor hîc proponere, liberabo tamen fidem, & in ſequentibus propoſitionibus, quæcumque de oculo naturali quæſtiones fient; priùs in artificiali tentabuntur, & ita eventus optatis reſpondebit, ut quod plerique authores vix extricare poſſunt, facili negotio ferè palpandum concedam, his igitur partibus conſtat oculus materialis.

Præcipua ejus pars ſit lens vitrea convexa ſatis exquiſita, quæ ſit portio minoris phæræ, hoc eſt quæ ad diſtantiam unius aut alterius digiti radios ſolares uniat, hâc lente inſtruatur tubus aliquis ſatis amplus cujus diameter ſit duorum circiter digitorum, longitudo ſit quatuor aut quinque digitorum. Huic tubo inſeratur alius tubus, qui adduci poſſit ad libitum, hic ſecundus tubus tegitur una ſui parte charta alba, tenſa & oleo etiam innuncta, poteſt etiam hic tubus deſinere in tubum minorem ut meliùs repræſentet caudicem ipſius oculi, ſeu nervum opticum. Primus tubus adhuc inſeritur alteri, inſtructo ſepto aliquo perforato ad modum pupillæ, & adhuc ſi velis cujus exterior pars habeat foramen aliud inſtructum, aut fo-

lio ſelenitidis, aut vitro convexo-concavo, nempe fruſto alicujus phialæ. Immo depingere potes oculum naturalem, & aliquo artificio palpebras efformare, quæ relinquo ingenio artificis, eſſentialia tantum perſequor. Singularum igitur partium imaginem hîc ſubjicio,& explico. Prima figura repræſentat primum tubum nempe AB, non



longè ab extremitate A, habentem ſeptum cartaceum CD, inſtructum lente vitrea FE. Huic inſeritur alius tubus, cujus caput GI tegitur circulo cartaceo benè extenſo, & inuncto oleo. Hic tubus deſinat in tubum minorem KL, apertum in KL, ut videri poſſit circulus GI. Sit tertius tubus



MN, cui primus inſeri poſſit, eo modo quo pixis inſeritur ſuo operculo, ex parte nempe NO inſeratur, habeatque intra ſe diaphragma chartaceum qP, perforatum in VX: aliam item faciem MR, habeat tectam, perforatam foramine ST, inſtruatur autem ST folio ſelinitidis, aut fruſto phialæ alicujus, depingaturque oculus exterior.

Hanc autem habet analogiam cum oculo naturali. Tubus GHKL repræſentat nervum opticum vacuum & apertum, ut per illum videri poſſit quid agatur in retina, hæc autem erit circulus cartaceus GI, quem volui inungi oleo, ut contraheret aliquam perſpicuitatem. Volui item ut tubus GH, moveri poſſet, diximus enim (*propoſ.*8.) unum ex duobus accidere, vel cryſtallinum coarctari, dum objecta viciniora proponuntur oculo videnda; vel retinam recedere à cryſtallino. Utrum accidat in oculo naturali ſcire non poſſum; forſitan utrumque.

In meo oculo artificiali priorem motum imitari non potui; ſufficiat igitur ſecundus, qui eoſdem effectus præſtare poteſt, tota capacitas CGID eſt vitreus humor, repletur in hoc oculo aëre: & licèt ſubſtituatur aër pro humore vitreo; nihil tamen erit incommodi in ordine ad effectus quos inquirimus. Quia ex hoc ſequetur quidem quod radii ad idem objectum pertinentes, (quos vocant penicillos, eò quòd deſinant in acumen, ut penicilli, & pingant objectum, liceat etiam mihi hoc nomen uſurpare) quod (inquam) illi penicilli citius, aut tardiùs uniantur, motus autem retinæ chartaceæ, quæ multùm accedere poteſt ad cryſtallinum hoc totum ſupplebit.

Lens vitrea convexa FE repræſentat cryſtalinum humorem; & bene quidem. Superficies utraque illius lentis vitreæ erit aranea. Circulus chartaceus DE, cui inſeritur lens vitrea, repræſentat proceſſus ciliares quibus conſtringitur cryſtallinus humor.

Alius tubus qui imponitur tubo AB, tanquam eius operculum, conſtat primò diaphragmate qP, perforato in VX, eſt igitur uvea & VX pupilla, quæ quia aliquando coarctatur, aut dilatatur, habeantur duo, aut tria hujuſmodi ſepta, quorum foramina ſint inæqualia, & ad libitum apponi poſſit quodlibet ex illis.

Circulus MR, qui etiam convexitatem habere poſſet ad ornatum, repræſentat exteriorem oculi ſuperficiem, ideoque volui, ut inſtrueretur foramen ST, folio ſelinitidis, repræſentante corneam. Tota cavitas quæ eſt inter ſuperficiem MR, & cryſtallinum humorem, repræſentat aqueum humorem, ideoque fiat quam breviſſima poterit; ego paulò majorem expreſſi, ut omnes eius partes apparerent. Neque refert quod in hoc oculo pro aqueo humore ſubſtituo aërem; hoc enim non impediet inſtitutum noſtrum, ſed tantum id incommodi fiet, quod non tot pingentur objecta in retina quod depingenda forent.

Volo item haberi aliquam ſuppellectilem, ut omnia experimenta fieri poſſint, primò ut habeantur perſpicilia quibus utuntur ſenes, nempe convexa, ſed majoris ſphæræ ſegmenta, habeanturque alia aliis magis convexa. Habeantur item perſpicilia concava, quibus utuntur miopes, ſeu ii qui non multum vident in magna diſtantia.

Habeatur lens polygona ſaltem convexa. Item habeatur tubus Opticus, aut communis ſeu Hollandicus, aut quod melius eſſet, tubus ille qui duabus lentibus convexis conſtat. Licet enim objecta inverſo ſitu nobis oſtendat, parum intereſt; nam erecto ſitu ea in oculo artificiali depinget. Si quæ occurrant alia in decurſu monebo. Contendo igitur vix adduci poſſe experientiam ex oculo naturali deſumptam, quæ in hoc materiali valdè ſimplici fieri non poſſit. Conquiram igitur undequaque experientias, ut eas primò explicem per oculum hunc materialem, quem cum poſſimus aperire cum libuerit, & inſpicere; ſciemus etiam quid in eo geratur. Et ut puto ſimplicitatem iſtarum explicationum miraberis. Moneo autem lectorem quod niſi ad manum habeat hunc oculum artificialem, in multis forſitan meam mentem non ſatis percipiet, neque eſt difficile comparare ſibi. Si enim non habet lentem ſatis convexam, ut parvum oculum conficiat, aſſumat lentem perſpiciliorum communium quibus utuntur ſenes, vel duas aut tres, tantum non contiguas, & habebit oculum forſitan longiorem; ſed tamen optimum, immò in quo melius imagines appareant.

PROPOSITIO XI.

Problema.

Quid accidat in oculo noſtro dum videmus objecta.

Licèt jam dixerimus in retina noſtra objectorum imagines depingi exactè, libet tamen id oculis ſubjicere in materiali noſtro oculo. Objice oculum materialem objecto, alicui illuſtri, & bene illuminato, diſtanti ſaltem aliquibus paſſibus, ſi

Digitized by Google

si desint objecta illustria, & bene illuminata, objice tali oculo cancellos fenestrarum, ex decem, vel quindecim passibus, & vide per nervum opticum quomodo hujusmodi objecta appareant, admove crystallino, retinam chartaceam, vel ab eodem remove tandem invenies aliquem situm in quo distinctè apparebunt in retina hujusmodi objecta; ergo bene concludere debes idem accidere in retina nostra, & eum esse situm retinæ in oculo naturali objecta clarè, & distinctè videntis.

PROPOSITIO XII.

Theorema.

Presbytæ retinam nimis habent crystallino propinquam, aut crystallinum non satis convexum.

Presbytam voco eum qui vicina objecta confusè, remota distinctè videt; quod est vitium oculorum in senibus.

Hi duo defectus sunt idem virtualiter, nam si retina sit nimis propinqua crystallino excipiatque penicillos, (seu radios ab eadem parte objecti prodeuntes) antequam perfectè uniantur, erit confusio, quod si crystallinus fieret magis convexus, hoc est minoris sphæræ segmentum; cum minor sphæra ad minorem distantiam uniat radios; possent radii uniri præcisè in retina, & sic omnem confusionem tollere. Quod verò hic sit defectus presbytæ, ita demonstro primò in oculo meo artificiali.

Objice oculo materiali objectum illustre in distantia aliqua debita, itaque admove, aut remove retinam à crystallino donec imago objecti appareat in retina distinctissimè, tum admove adhuc retinam crystallino, confundetur imago non propter aliam rationem, nisi quod nimium admovisti retinam crystallino: tunc oculo materiali sic dispositio adhibe lentem convexam, desumptam à perspiciliis quibus communiter utuntur senes: tunc in retinâ chartaceâ licèt immotâ, rursus distinguetur imago.

Unde sic demonstrationem instituere licebit; Senes sine perspiciliis convexis objecta confusè vident; ergo (*per cor. 2. 7. hujus*) imago in eorum retina confusa est, sicut & in oculo materiali, adhibitis autem perspiciliis convexis senes distinctè vident: ergo adhibitis perspiciliis imago in retina distinctè depingitur. Sed non distinguitur imago propter lentem convexam superadditam, nisi quæ confusa erat, propter nimiam vicinitatem retinæ cum crystallino; ergo seclusis perspiciliis convexis imago objectorum in retina senum est confusa, quia retina excipit penicillos antequam perfectè uniantur. Probatur autem lentem convexam distinguere eam tantum imaginem, quæ confusa erat propter nimiam viciniam.

Extrahatur nervus Opticus artificialis oculi, donec imago objecti sit confusa ob nimiam distantiam; adhibe lentem convexam quantùm volueris, tantùm abest ut imaginem distinguas, quinimmò eam confundes magis; ergo lens convexa eam tantum imaginem reddit distinctam, quæ confusa erat propter nimiam viciniam. Ratio est quia lens convexa, ut suppositimus ex dioptrica, colligit radios: ergo si admoveatur crystallino radios citiùs uniet; ergo poterit fieri ut imago quæ erat confusa, quia radii nondum erant uniti in retina, adhibita lente proportionatâ evadat distincta; eò quòd accelerando unionem radiorum, efficiat ut radii ad idem objectum pertinentes, seu penicilli uniantur in retina.

Notandum est me dixisse lentem proportionatam: nam etiamsi supponantur penicilli nondum uniti, in eo intervallo in quo eos excipit retina, non continuò quælibet lens convexa eos uniet, præcisè in eo intervallo. Si enim adhiberetur lens non satis convexa, distingueret quidem aliquantisper imaginem, non tamen tolleret omnem confusionem. Si adhiberetur lens nimis convexa, uniret penicillos antequam pervenirent ad retinam, ideoque fieret alterius generis confusio: ergo proportionata esse debet, secundùm defectum oculorum, hoc est requiritur, ut penicillos uniat in eo præcisè loco in quo retina invenitur. Licet enim aliquantisper retina possit accedere ad crystallinum, aut ab eo recedere pro exigentia objectorum, ille tamen motus habet certam latitudinem extra quam excurrere non potest. Ideoque si figura crystallini talis sit, ut nec satis comprimi possit, nec possit retina satis recedere, ideoque penicilli non sint adhuc uniti, dum incurrunt in retinam, advocamus subsidium lentis convexæ, quæ juncta crystallino; idem efficit cum illo quod crystallinus convexior, hoc est unit radios citius, & ad minorem distantiam.

Ex quo sequitur quod in quærendis perspiciliis potiùs ratio habenda sit figuræ, quam materiæ, sitque satius appositæ figuræ lentem ex materia ignobiliori adhibere, quam ex crystallo excellentissima non tamen figuræ respondentis oculo: nec facilè damnari debeat quasi malè elaborata aliqua lens, eò quod sit inutilis oculo tuo; exactam quidem poterit habere figuram, sed non tuis oculis respondentem.

Non quæro hîc ad probandam meam assertionem nisi experientiam factam in oculo materiali, ad demonstrandum quid fiat in oculo naturali. Si enim aliquis quærat cur in oculo materiali res ita se habeat, & cur duæ lentes convexæ (nempe ea quæ in oculo materiali vicem habet crystallini, & ea quæ insuper additur) uniant propius radios, hoc probabitur in dioptrica: petitur enim ex natura refractionis.

PROPOSITIO XIII.

Theorema.

Cur presbyta melius objecta paulò remotiora vident, quàm valde propinqua.

Est commune effatum etiam apud imperitos, quòd dum simus senes, visus à nobis recedat: nempe quod communiter senes melius videant objecta paulò remotiora, hoc est non legant nisi removendo oculos à characteribus ad distantiam duorum, aut trium pedum, cum antea legerent ad distantiam unius pedis: & quia sæpè accidit aliunde, ut characteres in tali distantia videantur sub angulo minimo, sæpè nihil possunt legere nisi subsidio perspiciliorum.

Ratio est quia (*per præcedentem*) presbytæ, habent retinam crystallino propiorem quam par est, ideoque objectorum penicilli nondum sunt uniti dum incurrunt in retinam: sed objectorum

remotiorem

remotiorum penicilli citiùs uniuntur, ſeu ad minorem diſtantiam, quàm objectorum viciniorum (*per ſuppoſitionem ſecundam octavæ hujus*) ergo dum incurrunt in retinam, melius ſunt uniti objectorum remotiorum quàm viciniorum radii: ergo meliùs, & perfectius proportione ſervatâ videbuntur objecta remotiora, quàm viciniora, ab iis qui retinam magis vicinam habent cryſtallino, quam exigat ejus convexitas, quæ nimis accedit ad ſuperficiem planam.

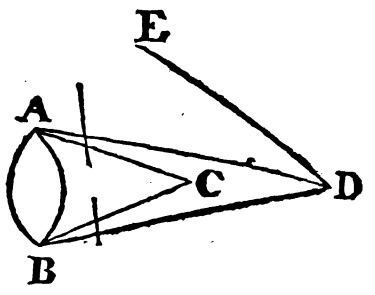
Quod ſi quæras ulterius rationem phyſicam, quare is ſit conſuetus ſenectutis defectus, reſpondebo poſſe oriri ex multis capitibus. Primò quidem proceſſus ciliares comprimentes cryſtallinum, & eum coarctantes, ut minoris Sphæræ figuram induat; ob imbecillitatem laxantur, neque eum ita in anguſtum cogunt: unde ſubſidit humor, & majoris Sphæræ figuram induit. Quod ſi ex ſenectute nervi exſiccentur, & contrahantur iſti proceſſus ciliares adducentes undique araneam, eam magis in ſuperficiem planam efformant; ut ſi undique crumenæ extremitates adducas, non ita turgebit, & in majoris Sphæræ figuram abibit, vel ſi cryſtallinus humor, pauliſper exſiccetur non ita turgebit hæc ampullula. Vel denique ſi nervus Opticus pauliſper contrahatur, introrſum oculos trahet, quod manifeſtum ſatis eſt in ſenibus, quibus oculi non ita prominent; retina occurret oſſibus capitis, nec poterit tam facilè retrocedere, ut par eſſet, ad objectorum etiam viciniorum diſtinctam viſionem.

PROPOSITIO XIV.

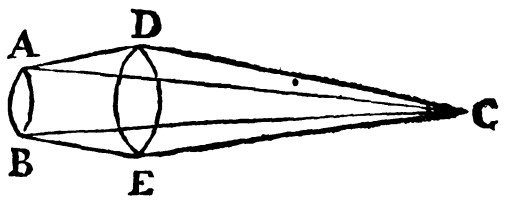
Theorema.

Presbytæ majori luce indigent, ut legant.

Experientia hujus propoſitionis facilis eſt, interrogandi enim ſunt ſenes; ratio autem etiam in promptu eſt. Objectum vicinius cæteris paribus fortiùs agit in ſubjectum, quam remotius; ſed ut legant diſtinctè (*per præcedentem*) debent magis removere characteres, quàm alii qui hoc vitio non laborant: ergo in eâ diſtantiâ debilius agent objecta, quàm ſi propiùs admovenda eſſent. Secundò eò indigemus majori lumine ad bene videndum objectum, quò pauciores illius objecti radii colliguntur; ſed objectorum remotiorum pauciores radii colliguntur, quam viciniorum, & ſenes debent removere characteres, ut eos diſtinctè, & ſine confuſione videant: ut enim ſit perfecta viſio debet imago in oculo eſſe diſtincta, hoc eſt, ut omnes penicilli perfectè uniantur. Item debent iſti penicilli pluribus conſtare radiis, in ſenibus autem vix iſta duo ſimul inveniri poſſunt: niſi objectum plurimum lumen emittat, quia ut penicilli perfectè uniantur, removendi ſunt characteres, dum autem removentur, minus luminis emittunt: quia ſphæra activitatis decreſcit, & aliunde pauciores radii in cryſtallinum incidunt. Sit enim cryſtallinus A B, duo objecta, C vicinius & D remotius; Clarum eſt quod C comprehendat angulum majorem quam D, hoc eſt angulus A C D, (*per* 21. 1. *Encl.*) ſit major quam angulus A D B. Fat angulus E D B, æqualis angulo A C B, tot emittit radios punctum C ſub angulo A C B, quot objectum D ſub angulo E D B, cum anguli ſupponantur æquales, ſed pauciores emittuntur ſub angulo A D B, quàm



ſub angulo E D B, ut manifeſtum eſt, cum angulus A D B ſit pars anguli E D B; ergo ſub angulo A D B, pauciores emittuntur radii, quam ſub angulo A C B. Sed cryſtallinus A B omnes anguli A C B radios excipit; ergo plures excipit objecti vicinioris radios quam objecti remotioris. Ex quibus colliges cur dum adhibent perſpicilia non egeant tanto lumine. Primò quia tunc objecta ſunt viciniora; ſecundò quia adhibendo hoc modo lentem convexam, plures colligunt radios quam ſine lente convexa.



Sit enim pupilla A B, objectum C, ducantur radii C A, C B, incurrent tantum in oculum per pupillam radii, qui veniunt ſub angulo A C B: adhibeatur lens convexa, quæ radios uniat, plures incurrent in pupillam A B, nempe verbi gratia qui continentur ſub angulo D C E, vel aliquo alio majori quam A C B, neque enim ſemper omnes radii in pupillam incident, qui appellunt in lentem convexam.

Hinc obiter colligere licebit, rationem aliquam, cur objecta aliqua in certa diſtantia non videantur, quæ nempe ſub ita parvo angulo radios emittunt, ut paucisſimi in pupillam incidant, atque adeò non ſint ſufficientes ad depingendam imaginem.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

Adhibitâ lente convexa objectum majus videtur & confuſius, quò magis ab oculo hæc lens removetur, in certâ diſtantiâ confuſiſſimè; poſt quam rurſus diſtinguuntur, & apparent inverſo ſitu.

Nolo hîc ut jam ſæpè monui rationes dioptricas perſequi, ſed tantum rationem aliquam deſumptam ex oculo meo materiali afferre, ut oſtendam verè oculum naturalem eſſe compoſitum ſecundum formam iſtius artificialis, cum nihil accidat naturali, quod in materiali non conveniat.

Objice oculum artificialem illuſtri objecto, & nota diligenter imaginem, quæ pingitur in retina chartacea inverſo ſitu; admove lentem convexam major imago depingetur, remove lentem ſenſim, longiùs

longiùs ab oculo in eadem tamen lineâ augebitur imago in retina inverſo ſemper ſitu; eritque confuſior. Si ulteriùs eam removeas, imago erit confuſa, ſi pergas adhuc ulteriùs removere, diſtinguetur imago, ſed ſitu erecto, & tum quò ulteriùs removeris, eò minor apparebit. Hoc totum poſitum eſt in experientia quæ non ita benè ſuccedet niſi lentem quam admoves, tubo ipſum oculum ambienti imponas, præcipuè ſi lens totum oculum non tegat. Nam objecta quæ aliunde radiabunt, in oculum artificialem, impedient quominus eam imaginem bene diſtinguas.

In oculo naturali idem accidet, nempe adhibita lente convexa major pingetur imago in retina, ergo (*per corol. 5. quintæ*) majus videbitur objectum.

Secundò quò magis removebitur lens convexa eò major erit imago, ergo per idem coroll. majus videbitur objectum. Sed confuſius, quia imago confuſior erit.

Apparebit autem in ſuo ſitu naturali, quia imago eſt ſitu inverſo. Oſtendimus autem (*prop. 2.*) objectorum, quæ apparent in ſuo ſitu imagines in retina eſſe inverſas.

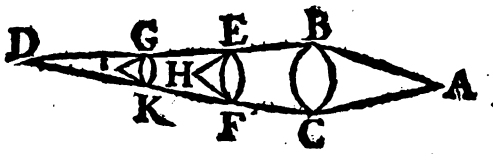
In aliqua diſtantia erit confuſiſſima imago, ergo in aliquo ſitu oculus naturalis habebit confuſiſſimam imaginem in retina; unde confuſiſſimè videbit objectum.

Poſt eam diſtantiam ſi ulteriùs removeatur lens convexa, imago in oculo artificiali erigitur; ergo & in naturali, ſed (*per cor. 3. 5.*) dum imago erecta eſt, objectum apparet inverſum; ergo in tali ſitu ita apparebit.

Si ulterius pergas removere minor erit imago, minus diſtincta, ergo & objectum ita apparebit ſemper inverſo ſitu.

Ne tamen indelibata relinquatur ratio horum omnium; quæ in dioptricis ex profeſſo explicanda eſt. Quod ſpectat ad confuſionem; ubi lens adjecta ſimul cum cryſtallino univerunt in retina exactè penicillos; ſi ulteriùs removeatur lens adjecta, aliis immutatis non unientur radii in retinâ; ſed ante retinam. Ratio clara eſt; cum enim illa lens ſit convexa, uniet radios, ſi adhibeatur cryſtallinus in majori diſtantia, cryſtallinus excipiet penicillos jam magis unitos; ergo eos uniet citiùs; nempe antequam pervenerint ad retinam. Si ulteriùs removeas lentem; adhuc magis unitos excipiet cryſtallinus; ergo adhuc citiùs eos uniet. Tunc autem erit confuſiſſima imago, quando quodlibet punctum objecti mittet radios in omnem partem retinæ.

Si verò penicilli fuerint uniti ante cryſtallinum, vi nempe prioris lentis; poterit cryſtallinus eos rurſus unire; quæ omnia debent oculis



ſubjici. Sit objectum A, lens convexa BC, quæ apta ſit ad radios à puncto A prodeuntes, uniendos in D; ſi his radiis occurrat cryſtallinus in EF, adhuc franget radios BE, CF, qui unientur in H. Si verò idem cryſtallinus removeretur in GK; perindè autem eſt cryſtallinum removere à lente BC, aut lentem à cryſtallino, citiùs unientur radii in I, quia eos excipit magis unitos: unde ſi retina maneat in eadem diſtantia à cryſtallino, cùm poſt unionem ſeparentur, erit major confuſio, quia ad diſtinctionem debebant eſſe uniti.

Si verò uniti eſſent radii antequam cryſtallinus eos exciperet, poterit eos denuo unire; ſed inverſo ſitu. Quæ omnia demonſtrari non poſſunt ſine dioptrica.

Notandum autem, quò lens adhibita fuerit convexior, eò magis creſcet imago; & conſequenter objectum, & fiet confuſior dum removebitur, & citiùs erigetur.

Notandum item quod ſi lens aliqua non fuerit ſatis convexa, ut exigit alicujus oculi defectus; removeatur ab oculo, & utilis eſſe poterit. Hoc experire hoc modo in oculo artificiali. Admove lentem, & impelle retinam donec imago ſit diſtincta, impellatur ulteriùs retina, imago confundetur. Dico ſi immotâ manente retinâ removeas pauliſper lentem ab oculo, rurſus diſtincta erit imago, cujus rei ratio facilis eſt ex ſuperioribus. Hæc lens immediatè applicata oculo, non diſtinguit perfectè imaginem, quia licèt uniat citiùs radios quam ſolus cryſtallinus, adhuc tamen non eos unit ſat citò; ideoque dum incurrunt in retinam non adhuc ſunt perfectè uniti. Sed ſi removeatur lens illa ab oculo, ad minorem diſtantiam uniet radios, ut diximus: ergo licèt immediatè applicata, non diſtingueret perfectè imaginem, diſtinguet tamen ſi pauliſper removeatur, in eo nempe caſu in quo retina eſſet nimis vicina cryſtallino.

PROPOSITIO XVI.

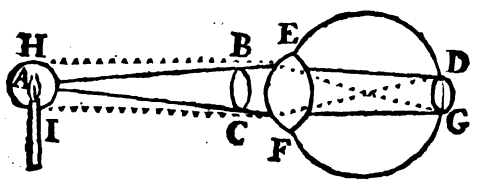
Theorema.

Si presbyta objectum minutum valdè lucidum reſpiciant, videbunt illud rotundum cum aliquo capillitio radiorum, quorum ſi intercipiantur ſiniſtri, videbuntur occultari dextri.

Expetientia clara eſt. Sit aliquis presbyta reſpiciens ex diſtantia modica objectum valde parvum, quale eſſet foramen magnitudinis, unius aut alterius lineæ, quod ſit lucidum ob lumen radians per illud. Dico illud foramen videndum quaſi ſtellulam rotundam, ſuis radiis circumfuſam. Addo inſuper quod ſi intercipiantur radii ſiniſtri ab eo objecto ad oculum emiſſi, videbuntur occultari partes dextræ illius capillitii. Addo ulterius ideo videri illud objectum, hoc modo confuſum, quia retina eſt nimis vicina cryſtallino: diſtractum autem, quia illius cryſtallinus non eſt omni ex parte diaphanus, ſed aranea illum veſtiens aliquibus fibris non diaphanis exaſperatur.

Si velis in oculo artificiali experimentum capere. Ejus lenti vitreæ, ſeu cryſtallino, impone aliquas notas, quaſi partes illius minus diaphanas, illique ita diſpoſito, objice facem accenſam; admove tamen retinam chartaceam cryſtallino, plus quàm ſatis eſt, ut imago depingatur diſtincta; loco facis accenſæ quæ oblonga

in retina depingi debuerat, ſpectabis circulum lucidum, ſi intercipias radios ſiniſtros, ſiniſtram etiam partem illius circuli lucidi tegi videbis. Advertes etiam in circulo lucido notas illas papyraceas, quas lenti convexæ oculi artificialis impoſuiſti. Ratio autem horum omnium in oculo artificiali clara eſt; quia radii ab eo luminoſo per pupillam, & cryſtallinum tranſmiſſi, excipiuntur retina charta ceâ antequam uniantur; ideoque non depingent imaginem perfectam, ſed potiùs adhuc retinebunt figuram pupillæ, per quam tranſmittuntur, ut accidit in radio ſolari tranſmiſſo per foramen quadratum, quod non niſi in certa diſtantia amittit figuram foraminis, & induit figuram ſolis. Quare cum imago iſtius facis ſit rotunda in oculo artificiali, erit etiam rotunda in oculo naturali, ſed ſi rotunda ſit in oculo naturali, (*per cor. 6. 7. hujus*) objectum apparet rotundum; quod ut oculis ſubjiciam. Sit fax A pupil-



la BC, cryſtallinus EF, radii tranſmiſſi ex puncto A, per pupillam ſint AE, AF, qui excipiantur retinâ in D, & G, antequam uniantur; efformabitur in retina circulus cujus diameter DG, & quia in cryſtallino, ſupponuntur eſſe aliquæ partes non diaphanæ; illæ intercipient aliquos radios, ideoque in circulo DG, deficient aliqui radii. Retina vi radii G, repræſentabit objectum ſecundùm lineam GH, & propter radium D repræſentabit facem A, ſecundùm lineam DI; hoc eſt in I, (*per 5. hujus*) quare fax A, videbitur circulus integer, & quia in circulo DG deficiunt aliqui radii, quos nempe impediunt partes cryſtallini non diaphanæ; totidem partes in circulo HI, deficere videbuntur; ita ut in ea diſpoſitione poſſit aliquis ſcire, & quaſi videre omnes defectus ſui oculi. Hoc eſt quot erunt defectus in oculo, & partes non diaphanæ, tot videbit maculas in circulo lucido HI.

Denique ſi intercipiatur radius dexter AB, deficiet punctum D in circulo DG, deſcripto in retina, ſed vi illius radii, & affectionis receptæ in puncto D, videtur fax A in puncto I; ergo ſi intercipiatur radius dexter illius objecti HI, tegetur pars ſiniſtra L. Quod erat oſtendendum.

PROPOSITIO XVII.

Theorema.

Ratio cur oculus ſeipſum non videat.

Hæc propoſitio explicatur occaſione illius, quod dixi in ſuperiori propoſitione: videor enim dixiſſe videri maculas, & partes minus diaphanas; quæ ſunt in cryſtallino. Aſſero tamen hic neminem poſſe videre partes ſui oculi. Et primò quidem quod pertinet ad internas, ratio eſt in promptu, non ita illuminantur, ut poſſit ab ipſis lumen aliquod reflecti in retinam.

Secundò præcipuè ut aliquod objectum videatur, ut par eſt, neceſſarium eſt ut ab eadem parte objecti mittantur plurimi radij, qui uniantur in eadem parte retinæ; ſed nulla pars oculi id præſtare poteſt. Primò quidem omnes partes, quæ ſunt in vitreo id facere non poſſunt, neque etiam partes cryſtallini, aut araneæ ipſum veſtientis, aut etiam vitrei humoris.

Si enim objecti nimis vicini radii non uniuntur niſi poſt retinam, multò minùs radii alicujus partis ipſius oculi, quæ adhuc vicinior eſt cryſtallino omni objecto extrinſeco. Quare quælibet pars oculi radiat in omnem partem retinæ, & quia non eſt luminoſum aliquod, non poteſt per hujuſmodi radios diſperſos determinare ad viſionem; ergo non videbitur.

Quando autem dixi videri maculas in objecto illo, intelligendum potius eſt quod ſit negatio viſionis objecti in tali loco, quæ creditur eſſe macula. Nam ſæpe accidit ut objectum tegi poſſit corpore quod non videatur, & tunc quaſi videmus aliquid nigri, cum tamen nihil ſit aliud, quàm quod talem partem corporis non videamus.

PROPOSITIO XVIII.

Theorema.

Quare non videmus defectus noſtri cryſtallini in quocumque objecto.

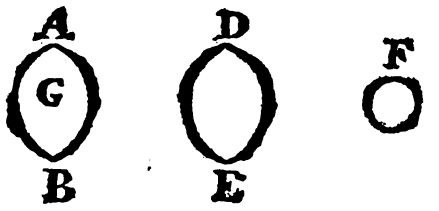
Hæc difficultas oritur item ex præcedentibus; ſi enim videmus aliquando partes minus diaphanas cryſtallini, quomodocumque explicetur hæc viſio, hoc eſt ſive propriè loquendo videantur illæ maculæ, ſive hoc oriatur, eò quòd deficiat viſio objecti in aliquibus partibus retinæ, quare id non accidit reſpectu omnium objectorum.

Reſpondeo primò duobus verbis; id non accidere in objectis diſtinctè viſis, ut mox explicabo, accidere tantum in objectis quorum radii non uniuntur in retinâ & præcipuè in luminoſis, quorum radii ſeperati poſſunt ſufficienter determinare oculum ad viſionem ſui. Sic autem demonſtro primam partem. Primò experientia ſumpta ab oculo artificiali.

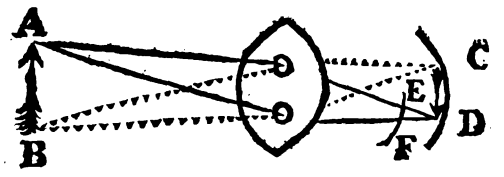
Objice facem accenſam oculo artificiali, cujus cryſtallino impoſuiſti aliqua ſigna non diaphana; & remove retinam chartaceam donec fax illa diſtinctè depingatur in retina, nullum animadvertes veſtigium illarum notarum, quas impoſuiſti cryſtallino. Impelle pauliſper retinam vel remove, ita ut facis illius imago in retinâ depicta, ſit circulus aliquis lucidus, tunc animadvertes umbras illarum notarum. In priori ſitu oculus videt diſtinctè, in ſecundo confusè; ergo habemus quod hujuſmodi notæ apparere non debeant, dum objecta videntur diſtinctè. Quo poſito experimento facile illius rationem inveniemus; ſcimus enim quid accidat oculo chartaceo. Sit igitur lens convexa AB, objecta ſoli, cui ſit appoſita nota G opaca, adhibeatur poſt ipſam charta DE ad parvam diſtantiam, videbitur illa nota quaſi macula, ſi verò removeatur charta uſque ad focum, nempe ad eam diſtantiam, in qua unit radios ſolares, non ſpectabitur illa nota. Optimum eſt hoc experiri, quia experientia rem imaginationi infigit. Ratio eſt quia in diſtantia DE, quilibet radii erant ſeparati, quare ſi intercipiatur

aliquis

aliquis radius, apparebit ille defectus; at verò in puncto concursûs F, cum sint uniti omnes radii ejusdem partis objecti, etiamsi deficiat unus aut



alter, erit quidem minùs luminis, quàm esset, si nullus interciperetur, non animadvertetur tamen ille defectus. Quia hæc consideratio est maximi momenti, & solvit nonnullas difficultates sequentes, ideò mihi videtur ulteriùs explicanda. Quare dico quod dum objecta distinctè apparent in retinâ, etiamsi tegatur media pars crystallini; immò totus tegatur, relinquanturque tantum plura foramina per quæ transmittantur plures radii; quod nec videbuntur foramina, nec tegetur ulla pars objecti, sed tantum dilutiores apparebunt ejus colores.



Ratio autem est quia nulla pars objecti A tegetur, si nulla sit pars in objecto, quæ non videatur; nulla autem erit, quæ non videatur, si nulla sit cujus radii in retinam CD, non perveniant: nulla autem erit, quæ non mittat aliquos radios, qui deinde in propriis, & sibi debitis locis uniantur; in eodem enim loco uniuntur radii per foramina transeuntes, dum tegitur pars crystallini; ac si nullo modo tegeretur. Quod si spectetur aliqua pars illius objecti, nempe A, quæ sit valdè lucida, & ejus duos radios intercipiat retina in punctis E & F, hoc est non in puncto concursûs, objectum A attingens duo puncta distincta retinæ, nempe E & F, videbitur in duobus locis distinctis, & quia in toto medio, nempe in puncto medio, nullus radius objecti A invenitur, videbitur illud objectum interruptum.

Ex hoc sequitur quod dum coarctatur pupilla, aut tegitur media sui parte, non tegitur media pars objecti, sed totum objectum videtur sub minori lumine, quia nempe cujuslibet partis objecti adhuc transmittitur aliquis radius: igitur videri debet, totum tamen objectum minus videtur, quia intercipiuntur cujuslibet partis aliqui radii.

Dicam aliquid simile, quod mihi aliàs super ea re accidit. Habebam tubum opticum Hollandicum longitudinis unius pedis cum dimidio, quo sæpissimè spectabam, quæ gerebantur in portu Constantinopolitano ex domo nostra Sancti Benedicti; dolebam quod hujusmodi tubus partem objecti, valde exiguam mihi exhiberet. Cœpi igitur primam lentem omnino detegere, & miratus sum me non plura objecta videre, sed tantum cum majori lumine. Unde qui tubo optico, solem intuentur: licèt primam lentem ferè totam tegant, totidem tamen partes solis simul vident, quot viderent, si tota lens pateret, cum hac tamen differentia quod possit oculus solis splendorem ferre, quem antea non poterat.

PROPOSITIO XIX.

Theorema.

Quibus adempta est cataracta, vix habent crystallinum convexum.

Aliquando accidit, ut ante pupillam adnascatur, & coalescat humore viscoso pellicula, quæ ita omnes radios arceat & impediat, ut facultas videndi sit omnino otiosa; adimitur, aut potiùs demittitur hujusmodi pellicula, hoc modo. Perforatur oculus acu, ex latere exterioti, ita ut innatet acus in humore aqueo, & hujusmodi acus primò à parte superiori separatur hæc cataracta ab uvea, convolviturque quantum fieri potest, ne se denuò explicet, & rursus ascendat, & hoc modo convoluta, pellitur in partem imam aquei humoris.

Vidimus hoc tribus ab hinc annis, in Reverendo Patre Ludovico Janin, qui à decem circiciter annis fuit Rector Collegii Camberiensis, cui adnata cataracta facultatem omnem legendi ademerat, licet adhuc uno oculo videret quantum sufficit, ut gressum regeret: illi septuagenario adempta est cataracta, tam fœliciter, ut modò & legat, & scribat, & etiam libros componat. Indiget tamen perspiciliis, quæ sint minimæ sphæræ portio, seu maximè convexis; ex quibus concludo, crystallinum humorem esse admodum parùm convexum, quippe qui indigeat tanto adminiculo, ut penicillos in retina unire possit. Quod tamen mirabile est in prædicto Patre, qui per totam vitam habuit defectum contrarium, nempe myops fuit; contingit autem ferè omnibus quibus cataracta adempta est, ut perspiciliis hujusmodi indigeant, ideoque hæc perspicilia vocantur cataractæ. Potuit verò formari hæc cataracta, forsitan ab ipso humote crystallino exudante, ex quo fit ut non turgescat satis: sed nimis accedat ad lineam rectam, & penicilli non multùm accedant inter se, & incurrant in retinam antequam sint uniti; ideoque omnia confusè videantur, nisi adhibeantur perspicilia.

PROPOSITIO XX.

Theorema.

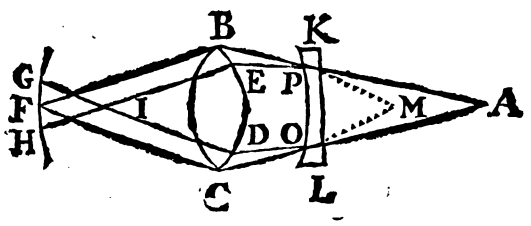
Myopes, retinam à crystallino nimis remotam habent, aut crystallinum nimis convexum.

Myopes vocat Aristoteles eos quos communiter dicimus visûs brevis, (*courte veüe*) qui scilicet debent oculis maximè admovere characteres ut legant: horum retina nimis est remota à crystallino, respectivè ad convexitatem crystallini. Cujus rei si velis experimentum sumere in oculo artificiali, objice oculo aliquod objectum illustre; admove, aut remove retinam à crystallino donec objecti imago perfectissimè depingatur in retinâ. Remove retinam à crystallino

confundetur hæc imago. Adhibe oculo ita disposito lentem, aut concavam ex utraque parte, aut saltem plano-concavam, distinguetur rursus hæc imago, & eâ ablatâ confundetur.

Ex quo experimento ita licèt argumentari, Myopes sine perspiciliis objecta confusè vident: ergo imago objecti confusè depingitur in eorum retinâ; adhibitis perspiciliis concavis distinctè vident, ergo pariter tunc imago distinctè depingitur in eorum retinâ; ergo lens concava distinguit in eorum retina imaginem, quæ sine tali lente esset confusa. Sed lens concava non distinguit imaginem, quæ confusa est propter nimiam vicinitatẽ crystallini, & retinæ, sed tantũ eam quæ est confusa, propter nimiam distantiam utriusque; ergo myopes habent retinam magis remotam quam exigat convexitas crystallini. Et cum crystallinus minus convexus, seu majoris sphæræ segmentum, majorem etiam requirat distantiam, habent crystallinum nimis convexum, seu minoris sphæræ segmentum quam exigat distantia retinæ à crystallino.

Probatur autem minor, nempe quod lens concava adhibita oculo, non distinguat eam imaginem, quæ est confusa propter nimiam vicinitatem retinæ, & crystallini, primò experientiâ desumptâ ab oculo artificiali. Si enim ita disponas oculum, ut imago sit distincta, eamque confundas admovendo nimium retinam crystallino, si adhibeas lentem concavam; tantum abest ut eam distinguas, quinimmò magis eam confundes. Ratio petitur ex dioptica, ex qua suppono lentem concavam radios dispergere, quare si addatur lenti convexæ, facies, ut penicilli ad majorem distantiam uniantur, hoc quilibet experiri potest. Sume lentem convexam, & nota ad quam distantiam radios solis uniat, huic adde lentem concavam, (intelligo autem semper hîc per lentem concavam, concavo-concavam, aut plano concavam) & videbis requiri majorem distantiam, ut radios solis rursus uniat. Sed defectus requirens, ut radii seu penicilli ad majorem distantiam uniantur, in eo positus est, ut retina sit nimium remota à crystallino; ergo myopes retinam habent nimis remotam à crystallino; quod ostendendum erat.



Si velis hoc melius concipere. Sit objectum A, oculi christallinus BC, retina HG. ex obiecto A, in crystallinum cadant radij AE, AD, qui uniantur ante retinam in puncto I, & ideo post intersectionem appellant separati ad retinam, verbi gratiâ in G & H; punctum A videbitur occupare spatium aliquod magnum, cum attingat retinam non in uno tantum puncto, sed in spatio HG; unde non potest non esse confusio. Si enim cogitetur alind punctum obiectivum vicinum puncto A, illius aliqui radij cadent in spatio GH, & consequenter duo obiecta in eodem loco videbuntur, & unum in duobus. Adhibeatur lens cancavo-concava, cuius sectio horizontalis KL, hæc disperget radios AE, AD; eruntque PB, OC, quasi procederent ex puncto M viciniori; sed radij ab obiecto viciniori procedentes, ad majorem distantiam uniuntur post lentem convexam BC, seu christallinum; ergo si lens concava adhibita sit proportionata, radij ex A procedentes; unientur in retina, qui ante retinam priùs uniebantur, & confusam imaginem exprimebant.

Dixi pariter proportionatam; si enim sit nimis concava, seu portio minoris Sphæræ, nimis disperget radios, unde unientur radij longè post retinam, poteritque producere defectum, alterius rationis. Si verò non esset satis concava, seu esset portio sphæræ nimis magnæ, unirentur adhuc radij ante retinam, ideoque licet distingueret tantisper imaginem, non auferret tamen omnem omnino confusionem.

Ex hoc sequitur, quod si myopes velint adhibere communia perspicilia quibus seneș utuntur, nempe convexa, confusiùs videant objecta, quia perspicilia convexa adhuc citiùs uniunt penicillos, cùm ergo defectus myopum sit quòd penicilli uniantur, antequam perveniant ad retinam, & lens convexa ad minorem distantiam eos uniat; confundetur magis ac magis imago, & consequenter objecta confusius videbuntur.

PROPOSITIO XXI.

Theorema.

Quare myopes melius objecta viciniora videant; quam remota.

Primò experientiâ constat, myopes valdè admovere characteres oculis, ut distinctè videant: unde objecta remotiora ita confusè vident, ut sæpe geminata immò triplicata & quadruplicata videant; & ego qui tales habeo oculos, notavi cum primùm animadverti, mihi ut ita dicam abbreviari visum, cum respicerem aliquos characteres majusculos à longè, eos multiplicatos apparere, se invicem decussare, & modò dum à longè video, sæpè duos aut tres simul spectò. Quorum omnium hîc rationem reddere debeo, & forsitan plura dicam de oculis myopum, quàm de aliis, quia me doctum reddidit experientia, & reflexio peculiaris circa hujusmodi defectus, ita ut nihil sim expertus, quod hac nostrâ hypothesi explicare facilè non possim.

Quæritur ergo quare myopes objecta valdè vicina distinctè videant, remota minùs distinctè, facilis est solutio quæ per se ex superioribus sequitur. Myopes habent crystallinum nimis convexum, & respectivè ad illam convexitatem retinam nimis remotam (*per præcedentem*) ex quo fit, ut objectorum penicilli uniantur antequam ad retinam appellant; sed objecta remota ad minorem distantiam uniunt suos penicillos, & vicina ad majorem distantiam, ergo poterit dari tam parva distantia, ut objectorum penicilli præcisè uniantur in ipsa retina; ergo quâ distinctè videantur, etiamsi objecta remotiora confusius spectentur.

Si quæras rationem physicam hujusmodi defectus, licèt si satis difficile, nihilominus certum est plerosque miopes hoc non habuisse ab incunabulis, nam ante annum vigesimum acutissimo pollebam visu, & adolescens tam benè à longè videbam, quam quilibet alius. Nonnulli medici asserunt cum primum barba erumpit, hoc modo

oculorum

oculorum aciem habetari, in iis qui disposîti sunt ad hujusmodi defectum, & memini me audivisse de celebri aliquo medico, cujus filius barba carebat, & de eo apud patrem conquerebatur, exquirebatque remedium, cui pater dixit non erit difficile, tale remedium : sed hebetabitur tibi haud dubie oculorum acies, satius est ut barbâ careas, & oculis perspicacibus utaris.

Quæ si vera sint, hæc ratio in medium afferri potest cum maxima probabilitate, quod dum humor quo oculi nutriuntur, præcipuè verò christallinus, in barbam abit, minuatur christallinus humor, & cum tunicæ crystallinum ambientes; maximam adhuc vim habeant; comprimitur crystallinus, & cum non ita abundet humor, fit minoris sphæræ segmentum, & consequenter unit radios ad minorem distantiam quam par sit. Aliæ hujusmodi rationes excogitari possunt.

Dicunt, persæpè accidere, ut qui hoc modo breviorem habent oculorum aciem, melius videant quando sunt senes, primò quidem certum est, quod ad legendum vix egeant perspiciliis : sum ego patre natus, qui septuagenario major nunquam perspiciliis utebatur; etiamsi legeret assiduè, nisi dum à longè aliquid spectandum esset, utebatur autem concavis. Poterit tamen accidere, ut ex iisdem rationibus quibus senes fiunt quo ad oculos presbytæ, hoc est crystallinus fiat majoris sphæræ segmentum, alicujus myopis crystallinus ob senectutem; fiat majoris sphæræ segmentum, qui antea nimis convexus erat, & justam aliquam mensuram figuræ induat, ut meliùs videat senex, quàm juvenis.

PROPOSITIO XXII.

Theorema.

Myopes minori luce indigent ut legant.

Hæc propositio conformis est experientiæ, experior enim quotidie me cum minima luce posse legere, in qua alii vix internoscere possunt, ibi exaratos esse characteres. Ratio clara est: Objectum vicinius fortius agit, & plures emittit radios quam objectum remotius, ut ostendi (*prop. 14. hujus*,) sed myopes, ut videant distinctè debent objecta maximè oculis admovere, ergo objectum erit in ea distantia in qua, & fortiores, & plures emittit radios; ergo in qua fortiùs, & potentiùs agit. Alii autem qui consuetam habent oculorum aciem, multò magis presbytæ, si oculis propiùs objecta admoveant, nihil nisi confusè videbunt, nam cum objecta propinqua ad majorem distantiam penicillos uniant; non erunt uniti dum excipientur in retina; si removeant ab oculis objecta, non satis validè agent in oculum, quia supponuntur esse parùm illuminata. At verò myopes, cùm in parva distantia distinctè videant; (*per præcedentem*) erit sufficienter luminis, ut objectum in ea distantia agat satis validè in retinam.

Adde quod ut plurimùm myopes pupillam nimis habent ampliatam, unde plures excipiunt radios, quàm aliqui qui pupillam habent coarctatam, & quæ licèt in tenebris aperiatur magis ac magis, nunquam tamen ita aperietur, ac pupilla quæ jam suapte natura nimium est ampliata.

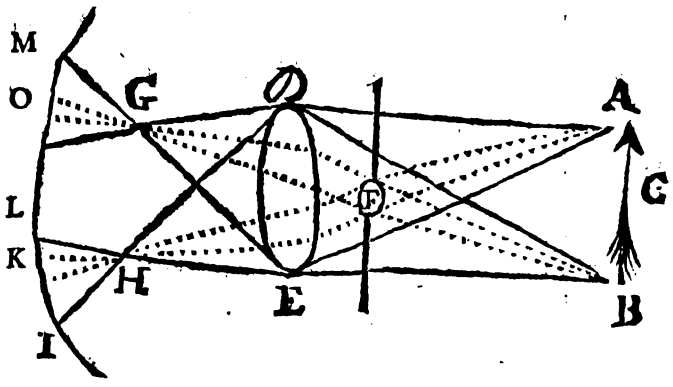
PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

Quare myopes melius videant per exiguum foramen.

Istud sæpè expertus sum, dum à longè aliquid spectandum erat, nec suppetebat copia lentis cavæ; acceptam chartam acicula perforabam, & satis distinctè videbam. Videtur autem nihil posse conferre subsidii hujusmodi foramen cum in eo nulla fiat refractio, ergo si penicilli non uniuntur sublata charta, neque adhibita magis uniuntur, ergo æquè confusa videtur fore imago.

Nihilominus assero hujusmodi foramine vitari confusionem, & suppleri defectum pupillæ, quæ satis coarctari non potest, unde myopes dum à longè aliquid spectare volunt, ut vitent confusionem quantum possunt, advocant subsidium palpebrarum, quas claudunt, non quidem omninò, sed quam paucissimos admittunt radios. Ostendo autem hujusmodi foramine castigari confusionem;



Sit enim objectum AB, primo visum absque eo quod interponatur charta perforata, quia radii emissi ex punctis A & B, unientur ante retinam (*per 19. hujus*) erit confusio, & punctum A emittet radios in toto spatio LI, & B, in toto MO, ideoque non erit locus ad pingendum punctum C, sed confusum erit cum A & B, adhibeatur charta perforata in F, & excipiens omnes alios radios præter eos, qui transmittuntur per foramen, quia foramen non est indivisibile adhuc per illud transmittuntur plures radij. Posui duos extremos in figura qui unientur quidem ante retinam, in punctis G & H, in retina tamen non occupabunt magnum spatium, quare erit distinctio non tamen omnimoda.

Sequitur ex eô, quòd objectum videatur minus, per huiusmodi foramen, quam si nudo oculo spectaretur, ratio clara est ex superioribus, illud maius apparet (*per corol. 5. 5. huius*) cuius imago maior est in retina, sed objecti AB imago major est in retina, quando nudo oculo spectatur, ac quando spectatur per foramen, nam dum spectatur nudo oculo imago occupat spatium MI, & dum respicitur per foramen, occupat tantùm spatium KO; ergo objectum minus apparet, per foramen quam si simpliciter respiceretur.

Hoc autem non debet accidere iis qui objectum distinctè vident, quia cùm in eorum retina penicilli, seu radii ad idem punctum objecti pertinentes uniantur, etiamsi propter interjectam chartam aliqui radii ex singulis penicillis intercipiantur,

Digitized by Google

piantur, non desinent eædem partes retinæ à reliquis affici, atque adeo eandem magnitudinem habebit imago, ergo objectum æquale apparebit.

Poterit etiam foramen esse usui presbytis, & non tantum myopibus, quia presbytæ etiam aliquando confusè vident, licèt illa confusio oriatur ex contrariâ causâ: nempe quod retina excipiat penicillos antequam sint perfectè uniti, unde fit ut penicilli diversarum partium in retina se confundant; quare si admittantur radii tantum per foramen, etiam distinguetur imago, & minor apparebit.

In utroque autem casu colores apparent dilutiores, & minus vivaces, quia per pauciores radios videntur, ideoque minùs afficiunt retinam.

Dum myopes objecta dissita respiciunt connive ntibus, ut dixi palbebris, & semiapertis, defectus seu confusio est potiùs secundum planum horizontale, quam secundum plamum verticale: hoc est si hominem respiciant, potiùs quatuor aut quinque homines, aut potiùs hominum umbras videbunt dispositas secundum planum horizontale, quam quatuor homines sibi invicem impositos. Duplex est ratio hujus rei; quia etiam si hominem hoc modo verticaliter multiplicatum viderent, non ita benè animadverterent multiplicitatem. Quia, verbi gratia, ponamus videri quatuor capita in plano verticali sibi invicem superposita, aliquod eorum videretur in eodem loco cum pectore, ideoque quia non benè distinguit singulas partes confundet cum pectore, putabitque se tantum ibi videre hominis unius corpus. At vero si videt duo, aut tria capita horizontaliter quasi disposita, non confundetur eorum visio cum visione alterius partis corporis, atque adeo melius distinguentur. Secunda ratio petitur ex eo quod palpebræ castigent hujusmodi confusionem, secundum planum verticale, non autem secundùm planum horizontale. Hoc est quia, palpebræ sunt diductæ secundùm planum horizontale, non impedient confusionem, quæ oritur quasi in latum, quia secundùm planum verticale, accedunt ad se invicem, ideo secundum altitudinem minor erit confusio. Adde ulteriùs quod quia conniventibus hoc modo palpebris, aliqui ciliorum pili pupillæ objiciuntur, ideo fit aliqua in latum distinctio imaginum, quasi per multa foramina secundùm lineam horizontalem dispositа respiceremus. Ita sæpè ex majori distantia tres, aut quatuor homines video, seu potiùs hominum umbras, una tamen distinctiori; quod verò distincta hujusmodi objecta, & quasi separata à totali imagine videantur, hoc tribui debet ciliis, eas separantibus, & interrumpentibus.

PROPOSITIO XXIV.

Theorema.

Adhibitâ lente concavâ objecta minora apparent; & quò magis lens ab oculo removetur eò minora apparent.

Non intendo hic rationem ultimam afferre cur hæc fiant, esset enim desumenda ex reconditioribus dioptrices arcanis, sed tantum aliquid delibare, ut meliùs oculi natura intelligatur. Hanc assertionem tantum probo experientiâ desumptâ ab oculo materiali. In quocumque situ volueris relinque retinam, meliùs tamen erit si fuerit in situ proprio myopum, seu eorum qui breviorem habent oculorum aciem. Objice oculo ita dispositо objectum illustre, & nota diligenter magnitudinem imaginis in retinâ chartacea depictæ, adhibeatur lens concava; hæc imago minor erit: removeatur ab oculo lens concava, adhuc minor erit imago.

Et ubi aliquando fuerit distincta, sive oculo magis admoveas lentem concavam, sive illam ab oculo removeas confundetur imago. Ex quo more nostro deducere possumus ex oculo artificiali ad naturalem: Quando imago quæ depingitur major, aut minor est in oculo artificiali, depingitur etiam aut major, aut minor in oculo naturali; & quando confusa est in uno est etiam confusa in alio. Sed quando major, aut minor depingitur in oculo naturali, majus aut minus cæteris paribus apparet objectum: ergo in omnibus illis casibus debet oculus naturalis videre objectum minus, aut confusius.

In quo notandum est, quod myops quâlibet ferè lente concavâ in aliqua distantia debeat distinctè objecta videre, hoc est si lens non est satis concava, ut uniat penicillos in retinâ, eam removeat ab oculo; poteritque eos præcisè unire; ideoque adhibere potest utiliter lentem non satis concavam, modò illam ab oculo removeat. Patitur tamen aliquod dispendium, quod objectum non ita magnum videbit, ac si lentem sibi proportionatam, oculo propiùs admoveret.

PROPOSITIO XXV.

Theorema.

Myopes objecta lucida à longè posita vident majora, rotunda, maculis infecta.

Affero commune experimentum, myopibus quidem, non aliis & hoc experior quotidie; Quotiescumque facem à 20, passibus aut pluribus intueor, eam video rotundam, tanquam circulum, cujus diameter sit unius pedis; & quò magis disto à face, eò majorem video circulum. Si verò accedam ad facem, eum circulum minorem video, & magis accedentem ad figuram pyramidalem facis accensæ; donec tandem in distantia unius, aut alterius passus, video flammam illam distinctè, & cum figurâ propriâ.

Secundò ille circulus non est continuus, sed maculis nigris rotundis, & etiam oblongis interpunctus, video similes maculas in omnibus facibus, etiam si essent centum.

Tertiò quando intueor plurimas faces accensas non multum à se invicem distantes, illi circuli se intersecant.

Quartò non video easdem maculas, uno oculo, quas alio intueor, pluresque video duobus oculis, quam unico.

Quintò duæ faces inæquales in maximâ distantiâ, videntur tamen ut circuli æquales.

Sextò si humidus sit oculus, ita ut illi adhæreat aliqua guttula; videbuntur plures maculæ, quæ detersо oculo evanescunt.

Septimò si manum sensim oculo admoveam ad latus unum, antequam aliquam facem manu occultem,

Digitized by Google

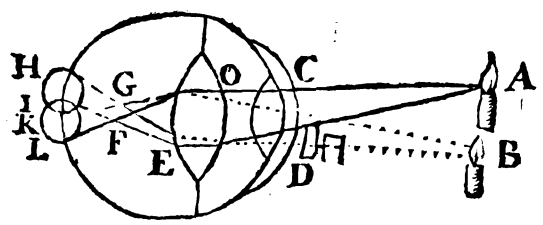
occultem, singulorum circulorum lucidorum partem aliquam intercipio.

Non omnes haud dubiè in seipsis id experientur, quia omnes myopes non sunt; ego tamen nihil hic dico quod singulis diebus non experiar. Ita ut sit mihi jucundissimum spectaculum, altare pluribus ornatum cereis intueri, flammas enim cereorum vix distinguo, unam ab aliis; sed videntur mihi quasi unicum peristroma lucidum.

Puto quod si alicui id non accideret, si uteretur lente aliqua valde convexa, quam oculis propiùs admoveret, id etiam pateretur: horum igitur effectuum rationem reddo in hac propositione.

Dico igitur hunc esse oculorum defectum proportionaliter eumdem cum illo quem propositione 15. de presbytis explicui. Nisi quòd faciliùs notari possit in myopibus, quàm in presbytis, quibus id non accidit nisi respectu objectorum minutorum, & valdè luridorum: cum myopes id patiantur respectu objectorum etiam dissitorum, & majorum, sed ex contraria causa; nempe ex eo quod retinam nimis remotam habeant, aut quod idem crystallinum convexiorem.

Si velis in oculo artificiali experimentum sumere, infice oculi artificialis crystallinum variis notis opacis, putà chartaceis, eique oppone in distantia decem, aut plurium passuum faces accensas, tres aut quatuor, tunc adduc retinam chartaceam, donec istarum facium in eâ inverso situ distinctissimè exprimantur imagines; & quia experimentum sumis pertinens ad myopes, quorum ostendi ut suprà, retina nimium abest à crystallino, remove adhuc ulteriùs retinam à crystallino; spectabuntur imagines ad modum circulorum lucidorum, in quibus corpora opaca, crystallino imposita, notabuntur. Si recedas ulterius augebuntur imagines; quod si faces objectivæ non multum distent ab invicem, circulares earum imagines se intersecabunt; si ex latere uno pupillæ corpus opacum admoveas, nullam ex imaginibus obliterabis: sed tantum ex singulis aliquam partem auferes; sinistram quidem, si ex sinistrâ pupillæ parte corpus opacum admoveris, quæ omnia indubitata sunt: ergo jam unum habemus, hæc omnia oculo artificiali accidere.



Sint faces A, B, trajicientes radios per pupillam CD, in crystallinum OE, & quia de myopibus loquimur uniantur penicilli, seu radii ad eandem objecti partem pertinentes in G, & F, post quam unionem, cùm sint lineæ rectæ necessariò, rursus ab invicem recedent, & efformabunt in retina circulum, ex suppositione quòd pupillæ foramen sit rotundum: si removeatur oculus à facibus; quia objecta remotiora ad minorem distantiam post crystallinum (*per* 8. *hujus*) penicillos uniunt: erunt priùs uniti quàm perveniant in F & G: ergo ab invicem magis recedent, formabuntque circulos majores; qui tandem ita possunt excrescere, ut se intersecent.

Insuper addo si crystallino adhæreant corpora opaca, hæc intercipient aliquos radios cujuscumque facis; ergo cum hi radii in diversis punctis retinæ recipiantur, animadvertetur in ea parte defectus luminis, & apparebit umbra aliqua, seu privatio lucis. Eodem prorsus modo quo explicuimus Propositione 15. de presbytis.

Denique si verbi gratiâ ex parte D sinistra, pupillæ admoveatur corpus opacum D, illud intercipiet radios AE, BD; ergo aliquis radius deficiet tam in H, quam in K, & quia imagines depictæ in sinistra repræsentant objecta dextra, & vicissim: videbitur occultari aliquid ex utroque objecto, utrumque enim objectum apparet, ut circulus; ergo omnes circuli lucidi objectivi, videbuntur decurtati aliqua parte, sinistra nempe, si corpus opacum fuit admotum ex parte sinistrâ, quia imago deficit ad latus contrarium seu dextrum.

Quia utem ambo oculi non habent eosdem defectus, seu easdem, & similes notas opacas, neque eodem modo dispositas: inde accìdit adhuc major confusio, dum uni oculo aliquæ partes circulorum lucidorum deficiunt, aliæ alteri, ita ut idem pene fiat quod nobis accidit, dum compresso tantisper crystallino, & ad latus impulso geminamus objecta, in eodem loco videmus duplex objectum.

PROPOSITIO XXVI.

Theorema.

De capillitio stellarum.

Notatum est experientia stellas apparere majores, quàm apparere deberent in tali à nobis distantia, ita ut telescopia satis longa, quæ cæteta objecta augent, stellas minuant, seu minores exhibeant, quam nudo oculo, nulliisque auxiliis instructo apparerent. Quæritur autem hujus rei ratio. Suppono tubum Opticum, seu Galileanum, aut Hollandicum objecta majora exhibere.

Ratio quare stellæ non augentur tubo Optico est hæc; quilibet oculus ex certa distantia objecta distinctè videt, (*ut experientia constat*) ita etiam presbytæ ex duobus, aut tribus passibus distinctissimè legunt, habentque vim distinguendi objecta ad majorem distantiam: non tamen ad omnem, quia non potest retina accedere ad crystallinum nisi ad determinatum intervallum; sed si aliquod objectum uniat penicillos antequam perveniant ad retinam: erit confusio in imagine, & consequenter confusio in objecto, hoc est objectum confusè spectabitur, confusione illâ quæ est propria myopum, nempe quod respectu illorum objectorum retina erit nimis remota; sed (*per* 8. *hujus*) objecta remotiora ut sunt stellæ ad minorem distantiam à crystallino radios uniunt: ergo stellarum remotissimarum, radios crystallinus uniet antequam perveniant ad retinam; ergo majores videbuntur stellæ, quàm par sit (*per præcedentem*) omnes enim respectu objecti, ita dissiti ut sunt stellæ, sunt myopes, seu habent retinam nimis remotam à crystallino, quam exigat visio distincta objecti ita remoti.

Tubus

Tubus verò opticus auget quidem imaginem rei, ſed etiam diſtinguit: hoc eſt unit radios pertinentes ad eandem partem objecti, ex quâ unione radiorum (*per 23.hujus*) fit ut imago ſit minor in myopibus; ergo ſi tubus opticus non tam augeat imaginem, augendo angulum ſub quo videtur objectum, quam illum minuat propter unionem penicillorum; multò minor fiet imago, quam ſpectaretur nudo oculo confusè ſcilicet illam ſpectante. Quod ut paucioribus verbis exprimam, tubus opticus caſtigat capillitii alicujus circa ſtellam viſi, luxuriem, ſeu unit in eodem puncto retinæ radios ad idem punctum ſtellæ pertinentes.

Ex hoc ſequitur primò malè poni communiter ab Aſtronomis diametros ſtellarum, qui includunt in earum diametrum capillitium illud adſcititium, quod nihil eſt aliud, quàm ludibrium oculorum, rem eandem in pluribus locis contiguis ſpectantium, eò quòd penicilli diverſas retinæ partes attingant.

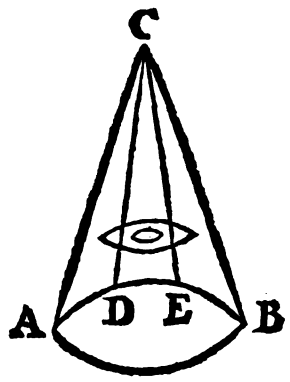
Secundò. Sequitur non ſemper eas eſſe majores ſtellas, quæ majores apparent, quæ enim lucidiores ſunt, etiamſi reverâ minores exiſterent, majores apparerent, quia dum ſtella obſcurior ſpectatur hoc modo, & percipitur viſione confusâ, eo quod penicilli non perfectè uniantur: multi radii præcipuè ad latera ſunt ita remiſſi, ut non ſint capaces efficiendi viſionem in iis partibus; qui ſi prodirent ab agente potentiori, ſeu à ſtella lucidiori, ſufficienter determinarent potentiam ad videndum, atque adeò per eos videretur ſtella, & cùm ex ſuppoſitione incidant in aliam partem retinæ (*per 5.hujus*) in alio adhuc loco eam repræſentarent; ergo majorem.

Idem ſuadetur aliâ experientia; Si miops ſtellas reſpiciat, adhibito ſpecillo ſuo concavo, quo nempe uti debet, ut eas diſtinguat; non tantam notabit diverſitatem inter ſtellarum magnitudinem, quantam oculus nudus animadvertit; eaſque ferè omnes æquales in magnitudine deprehendet; ſolaque majori luce eas inter ſe diſtinguet. Quod accidit ex eo, quod ſpecillo concavo eas ſpoliet ſuo capillitio.

Quæres quare non videatur ſimile capillitium in luna. Nam tubus opticus eam majorem exhibet quam nudus oculus.

Reſpondeo videri etiam in luna aliquod capillitium radiorum, ſed quod reſpectu corporis lunaris nihil ſit; hoc eſt capillitium illud non augetur ſecundum magnitudinem corporis, ſed manet ſemper idem, etiamſi corpus cui advenit, augeatur. Unde illud capillitium, augendo diametrum alicujus ſtellæ undequaque craſſitie unius verbi gratia lineæ, notabiliter illam auget, comparativè ſcilicet ad ejus magnitudinem, ſi verò propter exorbitantes hujuſmodi radios, augeretur diameter lunæ craſſitie unius lineæ, non propterea multò major appareret: ita ſenes dum aliquid minutum, & lucidiſſimum in minima ab oculo diſtantia vident, majus deprehendunt; ſi verò ſit aliquid majus, licet pauliſper augeatur notabile augmentum non eſt.

Propter eamdem rationem de nocte, valde diſſitos ignes longè majores videmus, quam habita ratione diſtantiæ videri deberent, quia nempe non uniuntur perfectè penicilli; ideoque ſpectantur hujuſmodi objecta cum aliquo capillitio. Deinde id quod multùm confert, ut majora videantur, eſt pupillæ ampliatio. Ex hac enim ampliatione fit, ut plures radii in cryſtallinum incidant quorum multi ſunt valde obliqui, & non ſatis bene uniti in retina, ideoque majorem locum in ea occupant. Certum eſt enim in lentibus ſphæricis convexis qualis eſt cryſtallinus; licet radii ab eadem objecti parte prodeuntes uniantur, non tamen ita perfectè; unde qui magis obliqui ſunt minùs bene uniuntur cum perpendiculari, ſed quò magis diducitur pupilla, & ampliatur eò plures, & magis obliquos admittit radios. Ut ſi ſit cryſtallinus AB, objectum C, ſi pupilla reſtringatur, admittet tantum radios CD, CE, ſi verò amplietur admittet etiam radios CA, CB, magis obliquos, magis autem obliqui minus bene uniuntur in eodem puncto. Nam ut in dioptricâ oſtendemus lens ſphærica, non omnes unit radios, in eodem puncto lineæ perpendicularis: ſed tantum viciniores axi.



PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

Melius & diſtinctius oculus videt per axem opticum.

Vocamus axem opticum lineam ab objecto ductam, & tranſeuntem per centra omnium humorum, ſeu perpendicularem ad omnes humores, & per centrum ipſius pupillæ tranſeuntem.

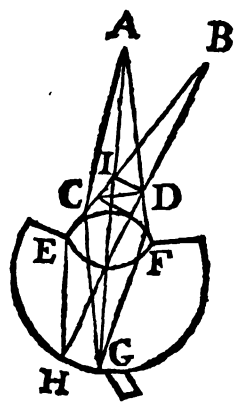
Primò hæc propoſitio conſtat experientia, dum enim legimus, licèt totam paginam ſimul intueamur, non poſſumus tamen ſine motu locali, aut oculi, aut ſcripturæ totam legere; ſed opus eſt ut perpendiculariter oculum obvertamus ad ſingula verba, & hoc nemo negare poteſt. Ex quo concluditur evidenter, ea objecta quæ in illa linea perpendiculari poſita ſunt, clariùs, & diſtinctiùs videri, alia verò valde confuſe; ita ut ea diſtinguere non poſſimus, quæ ad latera nobis objiciuntur. Cujus experientiæ communis ratio quæritur.

1. Ratio ſit phyſica. Retina compacta eſt ex fibris ad modum retis, quæ omnes fibræ à nervo optico protenduntur; præcipua autem ſentiendi vis eſt in nervis; ergo ſi immediatè nervus opticus impreſſionem ab objectis factam excipiat, meliùs ſentiet, quam ſi mediantibus tantum aliquibus fibris ab ipſo prodeuntibus impellatur: præcipuè cum in nervo ſint ſpiritus animales ad ſenſationem requiſiti. Igitur pars illa oculi quæ reſpondet perpendiculariter pupillæ, eſt perfectioris, & diſtinctioris viſionis capax, debuit tamen etiam viſio fieri licèt minùs exactè in aliis partibus; eſſet enim maximè incommodum

commodum, si eam tantùm partem objecti videremus, quæ directè oculo opposita est, quia difficile esset invenire id quod distinctè videndum esset. Quod ut benè intelligatur hac similitudine: dantur duæ species tubi optici, datur tubus opticus communis seu Galileanus, instructus duabus lentibus, convexâ scilicèt, & concavâ, qui tubus licèt satis augeat objectum, & distinguat, id tamen habet incommodi, quòd paucissima objecta simul ostendat, ita ut in toto exercitu unicum tantum hominem spectare possis. Ex quo oritur maxima difficultas in inveniendo eo objecto, quod distinctè videre volumus. Datur & alius tubus opticus ex pluribus lentibus convexis constans, planitiem integram simul exhibens; licèt autem eæ tantum partes objecti distinctissimè videantur, quæ directè illi objiciuntur, maximæ tamen est utilitatis, quod reliquæ etiam exhibeantur, licèt non ita distinctè.

Idem in oculo considerare possumus si illud tantum objectum videretur, quod diirectè oculo nostro respondet: maximam difficultatem pateremur in obvertendo oculo ad objectum aliquod determinatum, quæ difficultas tollitur ex eo quòd ferè totum hemisphærium simul videamus, saltem confusè.

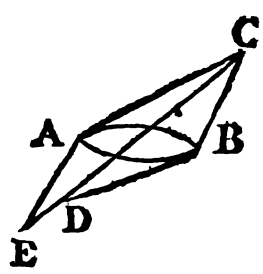
Secunda ratio erit optica. Illud minus perfectè videri debet quod vi radiorum minùs perpendicularium videtur, quam quod per radios magis perpendiculares, in retinam agit: sed objectum directè oppositum oculo, agit per radios magis perpendiculares, quam illud quod obliquè tantùm, & ad latera situm est; ergo objectum quod obliquè, & ad latera situm est respectu oculi, minus perfectè videri debet. Major probatur, quia radius perpendicularis majorem impressionem facit, totus impetus in objectum agit, minus repellitur. Ita si disjiciendus sit murus, ictus bombardarum obliqui leviter tantum murum perstringunt, qui verò sunt magis perpendiculares vehementius muros quatiunt. Radii solis in terra excepti magis perpendiculariter vehementiorem calorem producunt.



Deinde magis disperguntur, radii luminis dum minus sunt perpendiculares. Minor vero faciliùs suadebitur. Sint objecta A & B, à quibus per pupillam CD, plurimi radii incidant in crystallinum, dico objectum A, immittere radium perpendicularem AG, item alios radios ACG, ADG, non multum distantes à perpendiculari A G, objectum vero B, quod ad latera situm est, nullum habet radium perpendicularem. Nam ille ab uvea intercipietur, tantumque videtur per radios obliquos: ergo non ita potenter aget; ergo non ita bene videbitur.

Tertia ratio petetur ex eo quod plures radii ex puncto A, admitti possint per pupillam quam ex puncto B. Ducatur enim ex puncto D, linea DI & perpendicularis D C; linea C D metitur distantiam radiorum AC, AD, ab invicem, & linea DI, distantiam radiorum B C, B D. Sed in triangulo CID, rectangulo in I, (*per* 19. 1. *Eucl.*) linea CD major est, quàm I D; ergo plures radii recipi possunt inter AC, AD, quàm inter BC, BD. Quod adhuc facilius probarem ostendendo angulum CAD, majorem esse quam CBD, sed immorari nolo, quia hæc ratio ostendit tantum melius, & intensius videri objectum in A positum, quàm in B, non tamen distinctiùs: seu hæc ratio probat quidem quod si duo objecta æqualiter distent ab oculo, quod directè objicietur oculo melius, & cum majori vivacitate videbitur; non autem quod objectum remotum directè oppositum distinctiùs videatur, quam proximum obliquè spectatum.

Ideoque sit quarta ratio petita ab experientia: Sumatur præ manibus lens convexa, qualis est crystallinus: illi objiciantur duo objecta illustria unum quidem directè, aliud obliquè, considereturque imago utriusque depicta post lentem in charta; imago objecti directè oppositi, perfecta erit, & distincta, alia verò confusissima. Ratio ulterior in dioptricis explicabitur: ostendimus enim, non omnes radios uniri in eadem parte perpendicularis, sed tantum aliquos, ita tamen ut qui non distant multum à perpendiculari ferè in eodem puncto uniantur; alii verò non uniantur, sed quando lenti objicitur obliquè objectum, ut lenti A B, objectum C, aliqui radii uniuntur in D, alii in E, quod hic indicare sufficiat: cum experientia sit facilis, quam quilibet sumere potest.



PROPOSITIO XXVIII.

Theorema.

Quem effectum producat in oculo lens polyedra, seu polygono plana.

Fiunt aliquæ lentes ex una quidem parte planæ, ex alia verò pluribus constantes planis ad invicem inclinatis quibus unicum objectum multiplex videtur. Experientia communis erit in oculo artificiali. Oculum artificialem objecto illustri opponatur, & in eo situ colloca retinam in quo distinctam illius objecti imaginem exhibeat. Tum lentem illam polygonam adhibe, multiplicabitur in retinea chartacea imago objecti, ut experientia probabit; ergo si oculo naturali eadem lens adhibeatur, multiplicabitur imago; sed quoties multiplicatur imago in eodem oculo, objectum in pluribus locis videtur, cum singulæ imagines repræsentent illud in linea recta ab imaginibus, per centrum retinæ ducta, ut ostendi-

mus, (*propoſitione 5, hujus*) ergo objectum multiplex videri debet. Deducimus ergo ex hac propoſitione perfectam analogiam, & ſimilitudinem inter oculum artificialem, & naturalem. Puto enim me ſatis perfectè explicare naturam oculi noſtri ſi illa omnia, quæ in naturali accidunt, oſtendam in artificiali. Nihil enim aliud exigere debemus in naturali quam quod facilè, & nullo negotio omnes experientias explicare poteſt. Sed eas tantum partes agnoſcendo in oculo naturali, quas in artificiali poſuimus, omnes experientiæ nullo negotio explicantur. ergo ſupervacaneum eſt alia quærere principia.

PROPOSITIO XXIX.

Theorema.

Quem effectum in oculo producat tubus opticus.

Certum eſt tubum opticum duo præſtare. Primò majora oſtendit objecta; ſecundò diſtinctiora. Ad primum requiritur, ut imago ſit major in retina; ad ſecundum exigitur, ut ſit diſtincta: diſtincta autem erit, ſi ſingulorum penicillorum radii in eadem parte retinæ uniantur.

Ut oſtendam autem ita rem ſe habere experimento facili: expone oculum artificialem objecto diſſito ſaltem quadringentis paſſibus communibus, ſed valdè viſibili, putà turri alicui dealbatæ, & ſolis radiis bene illuſtratæ. Ut autem facilius totum negotium peragatur; alicui fulcro immobili oculus artificialis imponatur, ne nutet, & moveatur: tunc diligenter nota magnitudinem, & diſtinctionem imaginis, illius objecti in retinâ chartaceâ deſcriptæ, animadverteſque eam valdè exiguam, & non multum diſtinctam, ita ut vix adæquet unam, aut alteram lineam, etiamſi objectum ſit turris aliqua. Immoto oculo adhibe tubum opticum, præcipuè verò compoſitum ex duabus lentibus convexis, melius enim res ſuccedet: tubum autem aptabis, ut par eſt, relicto aliquo ſpatio, inter ocularem lentem, & oculum chartaceum, videbiſque tunc imaginem illius primi objecti mirum in modum auctam, diſtinctiſſimam: & erectam. Ex quo concludo verè tubum opticum idem præſtare in oculo naturali: cum enim eædem ſint diſpoſitiones in utroque, ſaltem proportionaliter, iidem etiam ab iiſdem agentibus effectus produci debent. Erigitur autem imago, tubo optico duabus convexis inſtructo lentibus: erecta autem imago objectum inverſum repræſentat (*per 5. hujus*) & de facto ſi utamur tali tubo, objecta inverſa ſpectabimus. Volo autem in hoc experimento, ut potiùs utaris hac tubi ſpecie quam aliâ; quia tubus communis Hollandicus, totum ſimul objectum non exhiberet, ideoque eſſet nimia difficultas in dirigendo tubo in tale determinatum objectum.

PROPOSITIO XXX.

Theorema.

De oculorum ſuffuſionibus, muſcis & aliis hujuſmodi.

Interfui aliquando Medicorum ſatis peritorum conſultationi, circa morbum, aut defectum oculorum, quem aliquis è noſtris patiebatur. Cum autem ex ſuis tantum principiis loquerentur, nec opticas rationes advocarent; mirum quantum in re alioquin facili hallucinabantur: referam morbum, & eorum ſententias. Conquerebatur ægrotus quod ferè continuò ſibi obverſari videret aliquam notam obſcuram, ad modum muſcæ alicujus volantis, & in omni objecto inſidentis. Nullum autem dolorem ſe pati, nihil aliud ſiniſtri in oculis ſuis contingere aſſerebat. Re diu inter eos agitata talis fuit ſententia: hujuſmodi notam eſſe rudimentum aliquod cataractæ, quæ pupillæ inſideret, immò aliquis eorum perſpicacior, inſpectis diligentiùs ad lucem oculis, ſe in medio pupillæ eam notam videre aſſerebat. Ridebam ego tacitus, nec multùm eos hallucinari dolebam, cum ex hoc illorum errore nihil mali ægroto contingere, ſed potiùs ſacerdotium accelerandum prævideram; ut de facto contigit.

Dico ergo hujuſmodi notam oculis ſemper obverſantem non fuiſſe rudimentum aliquod cataractæ in pupilla, aut ante pupillam inchoatæ. Nam ſi fuiſſet aliquod initium cataractæ; nempe aliquod corpus opacum, minutum tamen, & non claudens totam pupillam; ſed partem tantum ejus exiguam: illud corpus intercepiſſet, ſingulorum objectorum aliquem radium, & nullius objecti omnes radios; ergo non debuiſſet videri potius ante unum objectum quam ante aliud, vel melius illud objectum videri non debet potius ante unum objectum quam ante aliud, niſi impediat potiùs, ut imago unius objecti depingatur in retina, quam alterius objecti, ſed tale corpus opacum minutum in pupillæ foramine exiſtens tale eſt. Deinde per ſe videri non debet, quia non illuminatur ea parte qua ad oculum vergit; ſecundò nimis eſt vicinum cryſtallino quam ut radii ab ipſo ad diverſas partes cryſtallini uniantur in eâdem parte retinæ, quod neceſſarium eſt ad diſtinctam viſionem, quæ ratio meliùs intelligetur ſi proprietas lentis conſideretur, quæ radios parallelos, aut quaſi parallelos in ipſam incidentes unit in puncto foci, qui verò in ipſam incidunt ex diſtantia valde parva non uniuntur ab ea. Denique ut videatur eodem modo, quo diximus notas opacas in cryſtallino exiſtentes videri, in face accenſa dum à myope ſpectatur à longè; neceſſarium eſt ut radius quem intercipit, & impedit, incidat in diſtinctam partem retinæ, hoc eſt ut ab ea parte objecti, quam occultat nullus alius radius incidat, in eandem partem retinæ. Sed quoties retina eſt in debito ſitu ad videnda objecta diſtinctè (ſuppono autem etiam dum obverſatur oculis, hæc muſca, objecta diſtinctè videri) ab ea parte objecti cui inſidere videtur hæc muſca, alii multi radii incidunt in eandem partem retinæ, quia ex ſuppoſitione non occupatur niſi exigua pars pupillæ: ergo nullum objectum debet occultare hæc nota.

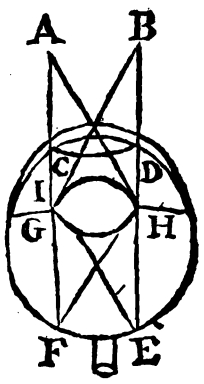
Si velis aliquid tale in oculo artificiali experiri, notam minutiſſimam appende in foramine pupillæ, & obverte oculum ad objectum, ita tamen ut retina ſit in ſitu requiſito, ut objecta diſtinctè videantur; nullo modò apparebit hæc nota, nec ejus imago, aut umbra in retina. Verum quidem eſt hanc notam opacam, aliquid detrahere de intenſione colorum in ſingulis imaginibus, quia cujuſlibet objecti aliquem radium intercipit.

Dico

Digitized by Google

Dico insuper notas opacas in cornea, aut in crystallino existentes nihil tale effecturas; quia pariter nullius objecti omnes radios intercipiunt, sed singulorum objectorum unum: ergo non debet videri potiùs insidere uni, quam alteri objecto.

Dico tertiò eam notam opacam potuisse esse aliquam bullam in humore vitreo existentem satis vicinam retinæ, quia ad hoc ut potius uni objecto insidere videatur, debet alicujus determinati objecti, aut omnes radios, aut saltem ple-



rosque impedire. Ut si sint duo objecta A, & B, mittentia radios per pupillam CD, ita ut radii pertinentes ad punctum A, uniantur in E, & emissi à puncto B, uniantur in F, si supponatur aliquod corpus minutissimum, & opacum vel in pupilla CD, vel in crystallino GH, aut etiam in parte vitrei vicinâ crystallino, intercipietur aliquis radius tam ex objecto A, quam ex objecto B, ideoque nulla erit ratio, quare potius ea nota animadvertatur in objecto A, quam in objecto B, idem dico de cornea. Si verò existeret in vitreo prope punctum E, posset omnes radios ab objecto A, prodeuntes intercipere; atque adeo videri aliquid deficere in objecto A, nempe aliqua nota nigra.

Probabilius autem puto hujusmodi defectum sæpe inveniri in ipsa retina, quæ in aliquibus partibus induratur, atque adeo sit minus apta ad videndum, unde perinde se habeat, ac si nullam reciperet impressionem ab objecto. Sed si nullam exciperet impressionem, videretur in objecto aliqua nota nigra, ergo si accidat, ut retina aliqua sui parte induretur, poterit videri hujusmodi nota. Hæc autem nota non videbitur fixa, sed mobilis, neque enim partem retinæ obvertimus immobiliter ad idem objectum, sed intuemur modò hoc, modò illud objectum. Hoc accidit iis qui solem intuiti sunt, qui propterea in objectis singulis solem vident, eo quod retina fuerit vulnerata.

Alia quæstio quæ fieri potest est circa suffusiones oculorum, quas in objecta refundimus, certum enim est quod ictericis omnia flavescant, aliis omnia objecta in ruborem abeant. Ratio in promptu est. Idem enim illis accidit, quod iis qui trans vitrum viride respiciunt; tinguntur enim radii luminis per hujusmodi vitra. Quid autem sit illud tingi radios luminis explicabitur suo loco, sufficiat modò idem accidere oculo naturali quod accideret oculo artificiali, si lens quæ locum obtinet crystallini esset flava; imagines enim objectorum in retina flavescerent; sed imagines flavæ repræsentant objectum flavum. Ergo quibus aliquis humor exundat in oculum, & cum humoribus miscetur, aut tunicas perfundit, omnia in talem colorem degenerant, quod difficile non est, difficultas erit paulò major in determinando loco illius suffusionis. Certum est autem quod si sit generalis respectu omnium objectorum, hoc est ita ut omnia objecta eundem induant colorem, poterit ille defectus esse, vel in cornea, vel in aqueo, vel in crystallino, vel in vitreo, vel tandem in retina: nam in quocumque horum invenietur generalis quædam suffusio, omnia etiam objecta simili colore vestiet. Cum enim nullus radius ab objecto in retinam pertingat, qui non transeat per corneam, aqueum crystallinum, & vitreum, quodcumque horum suffundetur colore, eundem radiis omnibus affundet.

Si verò hoc universale non sit, sed aliqua tantum objecta colorem mutent, aliter philosophandum est. Audivi aliquem ex nostris qui assereret se in quolibet objecto videre notas aliquas rubeas, quæ partem tantum objecti inficerent, aliis cum naturali colore permanentibus. Quæritur in quânam parte oculi inveniretur suffusio, quæ hoc modo visionem vitiaret. Assero autem hunc sanguinem exundantem nec inveniri in crystallino, aut tunicis eum ambientibus, nec ante crystallinum. Si enim insideret crystallino, aut humori aqueo; inficeret cujuscumque objecti aliquem radium, & nullius objecti omnes radios, ergo non affunderetur color ille potiùs uni objecto, quam alteri. Antecedens facilè probatur: Singulæ partes objecti emittunt radios in singulas partes aquei, & crystallini, ergo non omnes radii alicujus objecti, peregrino eo colore tingerentur: sed tantum unicus cujuslibet objecti; ideoque omnia æqualiter objecta tali colore perfunderêtur. Unde assero exundasse hunc sanguinem, vel in ipsam retinam, vel in vitreum prope retinam, quia hoc posito sequitur quod extremitates penicillorum, quæ jam sufficienter separatæ sunt ab invicem, & distinctæ ab aliis penicillis, per talem suffusionem transeuntes colorem accipiant. Penicilli autem pertinent ad diversa objecta, neque enim singula objecta in singulas retinæ partes agunt, sed quælibet partem distinctam sibi vendicant, ex quo fit ut si pars aliqua inficiatur colore, objectum quod in ea suam depingit imaginem, simili tinctum colore videatur.

PROPOSITIO XXXI.

Theorema.

De radiis qui videntur ex facibus erumpere.

Experientia communis est dum palpebræ tantisper connivent, videntur aliqui radii luminosi ex facibus erumpere, & fere ad nos usque pervenire, apertis autem omnino oculis tales radii evanescunt, ita ut ne vestigium quidem appareat. Quæritur hujus experientiæ ratio. Dico ergo id oriri ex ciliis; palpebræ enim nihil efficere possunt, nisi quod oculos ex parte claudant, vel quòd etiam pupillæ admoveant cilia. Ex primo nihil sequi potest, ostendimus enim quod licet media pars pupillæ clauderetur, objecta tamen eadem, & in eodem loco viderentur. Quare restat ut per reflexionem factam in ciliis videatur fax eadem; quæ reflexio cum fiat in pilo nullam ferè latitudinem obtinente, necessarium est, ut fiat

tantum in longitudinem, appareatque tanquam radius aliquis.

Multa autem considerari possunt; nempe quod radii aliqui se intersecant, quod ex ciliorum dispositione oritur.

PROPOSITIO XXXII.

Theorema.

Pupillæ variatio.

Hæc propositio sola constat experientia, & ea duplici. Si in alicujus pupillam diligenter intendas, dum ad magnam lucem oculum convertet, coarctabitur ejus pupilla, dum verò ab ea paulisper recedet, notabis pupillam sensim aperiri, & dehiscere. Idem etiam eveniet si in rem minutam sed valde vicinam oculum intendat, angustior fiet pupilla; dum verò res minuta ab oculo recedet, sensim ampliabitur pupilla, qui motus naturalis est, & non spontaneus. Ita de nocte pupillam ampliorem, de die angustiorem habemus; notandum item hunc motum non fieri nisi sensim.

Ex hoc rationem reddemus quare qui ex magna luce in locum tenebrosum se transferunt, statim nihil videant, post aliquantulum temporis spatium, incipiant objecta detegere. Dum enim in magna luce versantur, coarctatur eorum pupilla, & aliquantulum manet hoc modo coarctata, dum nempe perseverat impressio à vehementi luce facta, quam aliquandiu perseverare inferiùs videbimus, ideoque objecta in tenebris posita non emittunt per exiguum pupillæ foramen sufficientes radios ad movendam, & determinandam potentiam visivam, donec ampliata sufficienter pupilla, plures admittat radios.

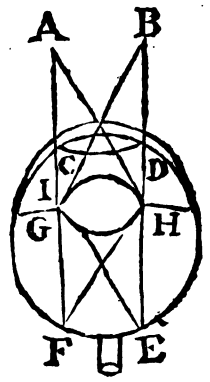
Prodeuntibus verò ex tenebris in lucem dolent oculi, quia nimia lux quæ per pupillam adhuc ampliatam intromittitur, oculos perstringit. Hoc est nimiùm afficit retinam, eamque urit. Deinde sicut in cubiculo clauso, si nimia lux affulgeat, obliterantur objectorum imagines, ita etiam in oculo evenit. Ratio est, quia nunquam in lentibus convexis radii extremi, seu valde obliqui bene uniuntur cum reliquis, & in magna luce potentissimi sunt omnes radii, quicumque tandem exorbitant confusionem pariunt: dum verò pupilla coarctata fuerit, jam oculus fiet patiens lucis, castigabiturque tota illa confusio.

PROPOSITIO XXXIII.

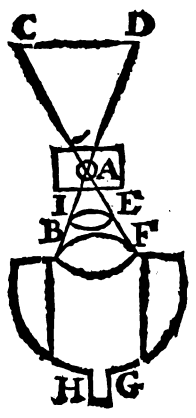
Theorema.

Res qualibet per radios aliquos ante oculum decussatos videtur.

Affert experientiam communem P. Skeinerus, ut probet objecta videri per radios ante oculum decussatos, quod simpliciter propositum posset maximum æquivocationi, & hallucinationi locum dare. Diceret enim aliquis. Si objecta videntur per radios ante oculum decussatos; cum ex alia parte dixerimus radios decussari in ipso oculo: ergo bis decussantur antequam ad retinam perveniant; unde concludet imagines non eversо situ, sed recto, in retina depingi. Fateor quidem aliquos radios objecti decussari ante oculum, sed assero illos non esse principales; de principalibus enim tantum ibi locutus sum. Assero ulteriùs radios ante oculum decussatos, non ampliùs decussari in oculo. Repetatur ultima figura; in qua radii AD, BC decussantur ante oculum, sed intra oculum non decussantur; radii vero principales qui in ea figura non describuntur, sed cogitari possunt per medium penicillorum nempe AE, BF, illi non decussantur, nisi intra oculum; suntque illi propriè loquendo, qui locum imaginis determinant, cum ad eos alii omnes radii minùs principales accedere debeant.



Experientia autem quam affert est hæc: objice oculo in satis parva distantia foramen exiguum, per illud videbis duo objecta, sed illa duo objecta videre non potes per hujusmodi foramen nisi



per radios decussatos in ipso foramine: ergo objecta videntur per aliquos radios decussatos ante oculum. In quo illud videtur mirabile, quòd si prope oculum trajicias aliquod corpus opacum, videbitur aliqnod aliud corpus contrario motu foramen pertransire.

Sit foramen A, objectum C D, quod videantur per radios CAFG, DABH. dico quod si oculo admoveatur corpus opacum E, quod moveatur ex E, in I, videbitur ejus umbra moveri contrario motu ex C in D.

Ratio est quia in tali dispositione, quando corpus opacum est in loco E, intercipit radium CAF; ergo occultat objectum C; dum verò corpus opacum transfertur in I, intercipit radium DABH, pertinêtem ad objectum D, ergo occultat objectum D; sed corpus quod occultat successivè objectum C D, ita ut prius occultet partes C, deinde verò partes D, moveri videtur ex C in D, ergo talis corporis umbra videbitur moveri ex C in D. Dixi potiùs ejus umbram, nam de facto duo

Digitized by Google

duo videntur, ut quando tale corpus est in E, videtur in loco E, in quo loco E, non est oppositum directè objecto C. Nam si ex G puncto duceretur linea recta ad objectum C, hæc non transiret per punctum E, licet autem non sit oppositum objecto C, illud tamen occultat; ideoque videbitur objectum C occultari ab aliquo alio. Non possumus enim judicare objectum C occultari à corpore E, cum videamus ea non esse posita in eâdem linea recta, quare apparebit umbra corporis E occultare successivè objectum CD, sed contrario motu ferri.

In oculo artificiali aliquid hujusmodi experiri posses, si tamen pro objecto C D, objecta valde lucida substituas, quæ etiam per unicum radium videri possent.

Moneo tamen iterum ne aliquid ex eo experimento concludas, foramen enim non mutat productionem radiorum, nec efficit ut decussentur radii qui antea non decussabantur, sed tantum, corpus illud in quo est foramen reliquos radios impedit, unde videntur objecta per radios decussatos tantum, quæ antea, & per decussatos ante oculum, & per alios videbantur.

Aliam experientiam affert quam probè explicare non possum sine dioptrica, neque tamen eam hîc omittendam puto, cum ex ea aliquid lucis etiam huic parti affundi possit.

Ita autem se habet. Tubum opticum Hollandicum, constantem scilicet duabus lentibus, convexa objectiva, & concava oculari, assume. Huic concavæ inuratur aliqua notula opaca non longè à centro, & tubo ita dispositò intuere objecta dissita. Primò quidem omnia objecta videbuntur in situ suo naturali, secundò hæc nota videbitur multò major quam sit, tertiò videbitur situ permutato; hoc est si fuerit in dextra parte, videbitur in sinistra, pariter si partem ejus sinistram tegas, videbitur regi pars dextra. Denique non apparet distinctè, sed tantum illius umbra.

Ad solutionem omnium circumstantiarum hujus experientiæ revocandum est, sinistra objecta in dextera oculi, aut retinæ parte depingi, & viciſſim. Deinde ut explicabimus suo loco, radios à sinistra objecti parte emissos, dexteram concavæ lentis partem attingere, ita ut licet singulæ objecti partes agant in singulas primæ lentis convexæ partes; ideoque etiamsi aliqua pars illius tegatur, nullo modo objectum desinat videri, quia tantum impeditur singulorum objectorum unicus radius. At verò in lente concava ejusdem tubi, seu vicina ipsi oculo, res ita non se habet; sed radii jam habent aliquam distinctionem, & licet penicilli non sint perfectè uniti, habent jam aliquam unionem. Ex quo fit ut penicillus objecti dextri incidat in partem sinistram lentis concavæ; quare nota opaca, quæ in sinistra parte inusta est, tegit radios objecti dextri. Ex alia verò parte, nimis vicina est hæc nota quam ut distinctè videatur, oculus enim se accommodat objecto cui attendit, attendit autem ex suppositione objecto, quod per tubum opticum intuetur. (Si enim attenderet ad eam notam aliter, se res haberet,) ergo hæc nota tantum videtur per comparationem ad objecta quæ tegit, sed tegit illa objecta quorum radios impedit, impedit autem licet sinistra sit, radios objecti dextri: ergo videtur esse ad dexteram, & hoc modo mutare situm.

PROPOSITIO XXXIV.

Theorema.

Objectum uno oculo multiplicari potest.

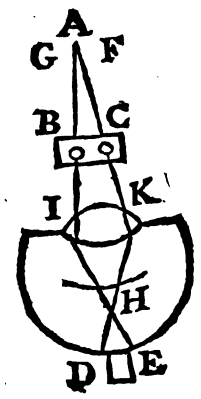
Experientia jucundissima est, facilis tamen explicatu ex superiùs dictis. Sint in corpore opaco tenui, duo aut plura foramina, non tam dissita inter se quam sit diameter pupillæ; hoc est ita ut simul illa foramina pupillæ respondere possint: per hujusmodi foramina si respicias objecta aliqua, fieri poterit ut ea multiplicata videas, in aliquibus casibus ea geminata non videbis, sunt autem plurimi casus qui peculiares habent proprietates.

Primò quidem si objecta sint dissita, ut sunt turrium fastigia, aut faces saltem dissitæ viginti passibus ab oculo, dico quod facillimè in tali casu hæc multiplicatio myopibus accidet, difficilius presbytis. Cum enim hæc oriatur ex aliquo defectu oculi, presbytæ autem melius videant objecta dissita, & myopes confusiùs: difficiliùs igitur id experiri poterunt presbytæ, quàm myopes. Quod ita probo: Presbyta habet oculum dispositum, ut distinctè, seu sine confusione objecta dissita percipiat, tunc autem est distinctio, quando in eadem parte retinæ uniuntur radii ad idem objectum pertinentes: sed radii ab eodem objecto, per plura foramina emissi, verè pertinent ad illud objectum, suntque iidem qui summoto corpore opaco ad oculum pertingerent, cum foramen nihil faciat. Ergo radii ejusdem objecti, licèt per plura foramina transmissi, unientur in eadem parte retinæ illius oculi qui bene dispositus erit in ordine ad tale objectum; sed si radii in una eademque parte retinæ uniantur, repræsentabunt objectum in uno eòdemque loco; ergo respectu talis oculi, nulla erit multiplicatio.

Quare ut presbytis aliquid tale accidat, opus est, ut malè disponant oculum respectu talis objecti; malè autem dispositus erit respectu objecti distantis, si sit dispositus ad bene videndum objectum vicinum. Cum enim objecta vicina requirant retinam magis remotam à crystallino; & remota magis vicinam, si oculus benè videat objectum vicinum, erit confusio respectu remoti. Quare conetur presbyta benè videre ipsa foramina, & ad ea attendat; tunc quia recedet retina à crystallino, aut quod idem est, coarctabitur crystallinus, multiplicata videbit objecta dissita; quia radii ejusdem objecti per foramina transmissi non incident in eandem retinæ partem.

Ut autem totam istam objectorum multiplicationem oculis subjiciamus; tentemus an in oculo artificiali aliquid tale succedat. Disponatur retina secundùm situm myopum, hoc est retrahatur à crystallino, donec imagines objectorum confusè depingantur, tunc pupillæ impone chartam pluribus foraminibus perforatam, & objecti cujuslibet illustris verbi gratia facis accensæ, multiplicatam videbis imaginem, secundùm multiplicationem foraminum. In quo advertendum est imaginem formatam radio per foramen dextrum transmisso, occupare in retina locum sinistrum. Cum enim id oriatur ex eo quod retina sit nimis remota; radii uniti fuerunt ante retinam, & post illam decussationem mutant locum; ergo qui à

foramine dextro procedebat, occupat locum ſiniſtrum ; imago autem ſiniſtra repræſentat objectum eſſe ad dexteram ; ergo ſi claudatur foramen dextrum, delebitur imago ſiniſtra, & in oculo naturali videbitur occultari objectum imaginis ſi-



niſtræ, nempe dextrum. Ut ſi objectum A, per foramina B C, mittat radios in oculum qui uniantur in puncto H, ante retinam, & poſt eam unionem attingant duo puncta retinæ diſtincta, nempe D & E ; vi imaginis D, (*per 5. hujus*) repræſentabitur punctum A in F, & vi imaginis E, idem punctum A repræſentabitur in G. Quare ſi claudas foramen C, non amplius objectum repræſentabitur in F ex eadem parte in qua eſt foramen C ; quod optimè congruit experientiæ, id enim accidit in oculo naturali.

Ex quo colligere potes rationem quare in aliquo ſitu, & diſpoſitione per plura foramina unicum tantum objectum videatur. Si enim retina aſcenderet ad punctum H, quod ſuo proprio motu præſtare poteſt, ut dum oculus attendit ad objecta remota ; tunc duo illi radii objectum in eodem loco repræſentarent ; nam (*per 5.*) plurimi radii in eandem partem retinæ incidentes repræſentant objectum in eodem loco.

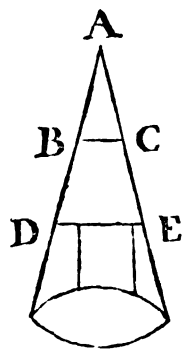
Potes item colligere quid efficiat corpus opacum ; intercipit enim omnes alios radios, quare niſi interjectum fuiſſet corpus opacum, imago objecti A, totum occupaſſet ſpatium DE, fuiſſetque magna confuſio, at corpus opacum intercipit omnes alios radios ; ſolumque duos admittit, ideoque fit duplex imago, ſed multò minor.

Contrario item modo eadem objectorum multiplicatio contingere poteſt, præcipuè verò preſbytis, quæ vix myopibus ſuccedet. Sit nempe objectum vicinius quam par ſit, ad hoc ut diſtinctè percipiatur, hoc eſt ſecundùm defectum communem ſenum, quia retina vicinior cryſtallino excipit penicillos nondum perfectè unitos ; ſi interponatur corpus opacum triplici foramine apertum, triplex ejuſdem objecti admittetur radius in triplici etiam parte retinæ exceptus, ut ſi retina eſſet propior cryſtallino quam punctum H concurſus, exciperetque radios ad idem objectum pertinentes antequam unirentur. Sequitur quod punctum dextrum repræſentat objectum in contraria parte, nempe in G, (*per 5. hujus*) & punctum ſiniſtrum in F. Ex quo ſequitur quod clauſo foramine C, videbitur deficere in G, nempe in contraria parte, & intercepto foramine B, objectum videatur deficere in F. Quæ omnia tentari poſſunt in oculo artificiali, admovendo nimium retinam cryſtallino, & hæc quæ dixi cum experientia conveniunt. Inde fit ut in hoc ultimo caſu ſi foramina ſint ita diſpoſita in triangulum cujus apex locum ſupremum occupet, objectum multiplicatum ita erit diſpoſitum, ut ſitum contrarium habeat. Quia ut dixi radius per foramen dextrum tranſmiſſus format imaginem ſiniſtram, quæ (*per 5. hujus*) repræſentat objectum ad dexteram, ergo per foramen ſuperius, emittetur radius determinans oculum ad videndum objectum in inferiori parte.

Sequitur item quoties accidit, ut objectum per plura foramina viſum, unicum appareat ; tunc melius, & vegetius videri. Nam quoties per plura foramina, ſeu vi plurimorum radiorum unicum videtur, neceſſe eſt ut radii per foramina tranſmiſſi in eadem parte retinæ uniantur ; ſed quoties plures radii ad eandem partem objecti pertinentes uniuntur in eadem parte retinæ ; toties intenditur imago, fitque fortior, & vegetior, ut explicuimus : ergo etiam melius videbitur objectum, & quaſi copioſiori lumine perfundetur.

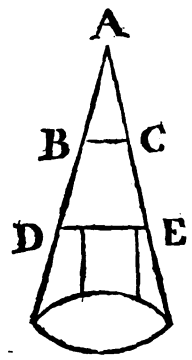
Aſſerunt item nonnulli quod quoties objectum multiplicatum apparet, eò quòd per plura foramina videatur, ſi claudatur unum foramen, ita ut pereat una eius repræſentatio, aliæ erunt fortiores, & vegetiores. Hoc non ita benè experiri potui, nihilominus puto imaginem in retina non fieri vegetiorem, ſed tantum apparere vegetiorem, quod explico alio exemplo. Dum rerum foris poſitarum ſimulachra in cubiculo clauſo exprimuntur ; ſi impedias ne tot imagines depingantur ; illæ quæ relinquentur vivaciores apparebunt, quia nempe radii, ad aliarum imaginum expreſſionem requiſiti, nimium affundebant luminis ; ideoque obliterabant aliquantulum reliquas imagines. Sive quia tot in vicinis objectis fiunt luminis reflexiones, ut fieri non poſſit, quin peregrini radii in imagines incidant, & confuſionem aliquam pariant, ſive quia lucidæ imagines prope tenebras diſtinctiùs, quam prope alias lucidas imagines videantur, juxta commune effatum. Contraria contrariis oppoſita melius eluceſcunt, atque ita dum per duos radios tranſmiſſos per duo foramina depinguntur duæ ejuſdem rei imagines, ſi impediatur una imago intercepto uno radio, alia in tenebris melius determinabit oculum, ita ſtellæ videri poſſunt ex puteo quæ ex aperto loco nullo modo percipiuntur.

Notandæ autem ſunt, variæ circumſtantiæ hujus experimenti, quarum omnium rationem reddere non erit difficile. Si corpus opacum perforatum accedat ad oculum, cæteris immotis permanentibus, minus videbitur intervallum interjici inter duo illa objecta quæ videntur. Ratio eſt quia dum corpus opacum cum ſuis foraminibus magis admovetur oculo, radii qui trajiciuntur



non incidunt in cryſtallinum in partibus ita remotis, atque adeo ſi uniuntur ante retinam, minorem angulum comprehendunt, & poſt decuſſationem non feriunt partes retinæ ita remotas ab invicem, & conſequenter non repræſentant objectum in ſpatiis ita remotis. Ut ſi ſit objectum A, intervallum foraminum ſit B C, erit linea DE major quam BC, quia (*per 4.6.*) eſt ut AB ad

ad AD, ita BC ad DE, igitur ſi BC transferretur in D E, non occuparet totam D E, quare



in tali ſitu radii per B & C tranſmiſſi comprehendunt angulum minorem, & attingunt in cryſtallino partes minus inter ſe remotas, & conſequenter dum excipiuntur in retina, attingunt partes illius minus remotas inter ſe. Radii autem qui attingunt partes retinæ minus remotas inter ſe, repræſentant etiam objecta minus inter ſe diſtare.

Sequitur item quod cætetis paribus ſi foramina magis diſtent inter ſe; (modò non excedant latitudinem pupillæ, alioquin idem objectum per utrumque videri non poſſet) objectum magis à ſeipſo diſtrahetur, hoc eſt videbitur in locis magis diſtantibus: ratio eadem eſt. Quia quando foramina ſunt magis diſſita radii, etiam per illa trajecti magis etiam inter ſe diſtant, & in retina attingunt partes magis diſſitas; unde ſequitur objectum videri in locis magis diſtantibus.

Si uno foramine immoto permanente, ita moveatur corpus opacum ut aliud foramen circumagatur, unum objecti ſimulachrum circumagi videbitur circa aliud; ratio clara eſt. Cum enim immotum maneat unum foramen ex ſuppoſitione, radius per illud tranſmiſſus, immotus etiam erit; ideo eandem partem retinæ ſemper attinget: & vi illius, objectum in eodem ſemper loco videbitur: dum verò aliud foramen circumagitur tranſmittitur per illud alius radius, alias attingens partes retinæ & conſequenter: in alio atque alio loco objectum repræſentans.

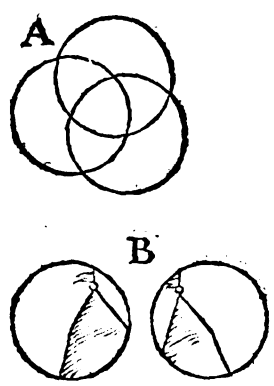
Proponitur à R. P. Zucchi caſus, ſatis jucundus cujus ſolutio poſitis principiis ultro ſe offert. Refert igitur alicui nobili accidiſſe ut de nocte trans telam admodum tenuem faces accenſas intueretur: videret pro ſingulis novem faces. Quod cum plurimi alii experti fuiſſent idem ſemper numerus reſpondit. Quærit pluribus rationem quare potius novenarius numerus, quam quilibet alius repertus ſit. Cui in gentre reſpondeo, quia novem foramina ſeu pori illius telæ poterant ſimul objici foramini uveæ, ſeu pupillæ, quæ enim extra pupillam cadebant inutilia erant ut objectum multiplicarent. Sed quæres itetum quare potius novem foramina, quam octo, ſeptem.

Reſpondet ipſe quia numerus novenarius quadratus eſt, octonarius quadratus non eſt, ſed debuerunt ſimul videri, vel quatuor vel novem, vel ſexdecim, quod ni fallor ulteriori indiget explicatione, neque enim hoc ſimpliciter propoſitum ita ſatisfacit, ut intellectus, omnino aquieſcat. Dicendum igitur eſt. Pupilla eſt rotunda habetque diametrum, vel talis eſt ejus diameter ut illi reſpondere tantum poſſit unicum foramen illius telæ, vel ita ut, illi reſpondeant duo, vel tria, vel quatuor; ſi unicum foramen in latum illi reſpondere poteſt, unicum etiam in altitudinem illi reſpondebit, quare unicum tantum foramen tali pupillæ objici poterit. Si verò pupilla ſit lata, intervallo duorum foraminum ejuſdem telæ, cum pupilla ſit æquè alta, ac lata, duo etiam foramina in altitudinem capiet.

Quod ſi ejus diameter ſit æqualis intervallo trium foraminum, cum illa foramina ſint in quadratum diſpoſita, illi objici poterunt novem foramina: neque aliquid facit, quod forſitan aliquod foramen dimidiatum in pupillam cadet, quia non deſinit tale foramen objectum ſemel exhibere etiamſi ſit minus. Cum ergo pupilla ſit circularis, circuli autem ſe habeant, ut quadrata ſuorum diametrorum, & non poſſit diameter pupillæ continere niſi aut unum, aut duo, aut tria, aut quatuor foramina, pupilla etiam reſpondere non poteſt niſi aut uni, aut quatuor, aut novem, aut ſexdecim foraminibus. Non poteſt autem capere ſexdecim, nec etiam ita ſe habet ut contineat tantum quatuor, ergo continere debet novem.

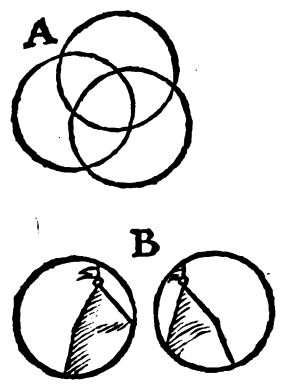
Altera pars iſtius experimenti poſita eſt in conſideratione foraminum. Si enim foramina propiùs oculo admoveris, augebuntur, fientque tanquam circuli integri ſed valde erit confuſa eorum viſio, quia autem augentur iſta foramina ad modum circulorum, videbuntur ſeſe invicem interſecare magis aut minus, prout magis aut minus erunt oculo vicina.

Ratio autem cur iſta augeantur, eſt eadem propter quam videbimus infra, res minutas in parva diſtantia videri magnas, quia nempe lens convexa, hoc habet, ut objectorum vicinorum penicillos longius uniat, ergo ita vicina poſſunt eſſe objecta, ut omninò non uniantur in retina; quod jam oſtendimus cum de re minuta à ſene viſa egimus. Cum ergo augeantur imagines iſtorum foraminum, in retina, ita augeri poterunt ut habeant partem aliquam communem. Objecti autem multiplicati per hujuſmodi foramina imago depingitur in aliqua parte retinæ, in qua depingitur imago ſui foraminis. Nam per eandem lineam, per quam protenditur radius per foramen trajectus; uſque ad retinam, per eandem protenditur imago foraminis uſque ad eandem retinam. Ex quo fit ut quandiu foramina videntur ut circuli ſeparati, imagines objecti multiplicati, ſint etiam omnino ſeparatæ, hoc eſt una in quolibet circulo. Quando verò circuli ſe interſecant, imagines ſunt in parte communi, aliquando ambæ in partibus non communicantibus. Quando fiunt tria foramina, ſi propiùs admoveantur oculo; eo modo ſe interſecabunt quo vi-

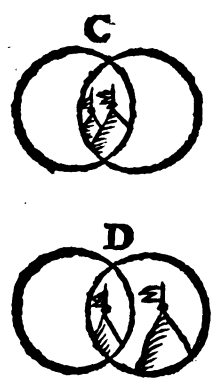


des in figura A. Si ſint duo foramina, quamdiu videntur quaſi circuli ſeparati, in quolibet eorum videbitur

videbitur *ſimulachrum objecti* ut vides in figura B. Si verò circuli ſe interſecent, aliquando ambo



ſimulachra erunt in parte communicante ut vides in figura C, aliquando unum erit in parte communicante, & aliud in parte non communicante. Quod peculiarem non continet difficultatem;



Pendet enim ex ſitu, quem hujuſmodi foramina obtinent ſuprà pupillam; prout nempe ad unam potius extremitatem pupillæ vergunt, quam ad aliam.

PROPOSITIO XXXV.

Theorema.

Objectum libero intuitu, & uno oculo multiplicari poteſt.

Experientiam hîc aliam afferimus cujus rationem jam ferè dedimus. Eſt autem hæc: Oculo admoveatur propiùs corpus opacum minus quam ſit pupilla, ſintque faces quam plurimæ diſſitæ ad minimum 20 paſſibus. Si oculus quantùm potuerit attendat ad corpus illud opacum, hoc eſt diſponatur ad illud diſtinctè percipiendum; multiplicatum videbitur ſecundum numerum facum accenſarum: apparebitque tanquam macula nigricans in ſingulis facibus.

Ratio eſt eadem propter quam præcipuè myopes in ſingulis facibus accenſis multum ab oculo remotis, omnes defectus cryſtallini ſui tanquam nigricantes maculas animadvertunt. Cum enim ut omnibus ſuccedat hujuſmodi experientia, jubeamur acccommodare oculum objecto vicino, hoc eſt removere retinam à cryſtallino, cum objecta vicina longius penicillos uniant; accidit ut oculus ſit male diſpoſitus ad videndas faces illas remotas, atque adeo ſingularum facum penicilli fuerint uniti antè retinam, & radii ex quibus componuntur diverſas retinæ partes attingant. Quia autem corpus illud opacum ante oculos poſitum, intercipit uniuſcujuſque facis aliquos radios, inde fit ut in imagine unicujuſque facis quæ ad modum parvi circuli exprimitur in retina, deficiant aliqui radii, atque adeo videatur fax quælibet cum nota aliqua nigra in medio. Si autem oculus non attenderet ad corpus illud opacum, ſed bene diſpoſitus eſſet ad videndas diſtinctè hujuſmodi faces, non multiplicaretur tale corpus: quia licet interciperet aliquos radios cujuſlibet facis, quia tamen reliqui unirentur perfectè in eodem puncto retinæ, ita ut nulla ſit pars objecti cujus aliqui radii ad retinam non pertingant; nihil latebit objecti; atque adeo nulla erit ratio cur multiplicatum videatur. Si utrumque caſum experiri velis in oculo artificiali, appende in medio pupillæ caput aſſiculæ, & oculum bene diſpoſitum ad hoc ut exprimantur diſtinctè faces accenſæ, obverte ad hujuſmodi faces, nullo modo in imaginibus facularum, animadvertes caput illud aſſiculæ. Remove retinam à cryſtallino, quod eſt, attendere ad objectum vicinum (nam viciniora ut diſtinctè videantur, requirunt retinam magis remotam à cryſtallino) & tunc in ſingulis imaginibus facularum, notabis notam nigricantem in medio; ergo illa aſſicula videbitur in ſingulis facibus.

PROPOSITIO XXXVI.

Theorema.

Objecta minuta opaca oculo nimis admota, diaphana, & mutato ſitu & maxima apparent.

Sunt tres partes hujus propoſitionis. Prima quod objecta minuta hoc eſt minora quam ſit pupilla, oculo maximè admota, videantur diaphana; ratio eſt quia illud corpus diaphanum eſt, quod eſt tale ut licet oculo objiciatur, nullius tamen objecti viſionem impedit omnino, licet ut plurimum retundat non nihil & imminuat radiorum efficaciam; ſed corpus minutum opacum, oculo maximè admotum tale eſt; ergo videtur diaphanum. Minor facilè patet: quia illud corpus nullius objecti impedit viſionem, quod nullius, partis objecti omnes radios intercipit, nec impedit ne ſaltem aliqui ad oculum & retinam pertingant: ſed corpus minutum non occupans totam pupillam, non impedit omnes radios alicujus partis objecti. Nam à quolibet puncto objecti ad reliquas partes pupillæ, aut cryſtallini, per pupillam apparentis, duci poſſunt lineæ rectæ, ſeu aliqui radii lucidi; igitur nullam partem objecti occultabit. Imminuet tamen vim radiorum, quia multorum objectorum radios aliquos intercipiet: ſtatim autem occurret difficultas quare tale corpus minutum in aliqua ab oculo diſtantia occultet partem aliquam objecti, ſi verò ſit immediatum pupillæ nullam tegat partem objecti.

Ratio clara eſt quia dum ſatis removetur ab oculo, duo radii per ejus extremitatem ducti ſenſim ampliantur, ergo in aliqua diſtantia poterit fieri ut tandem magis diſtent ab invicem, quam ſit diameter pupillæ & tunc pupilla nullos radios illius objecti excipiet, ut ſi ſupponatur corpus opacum

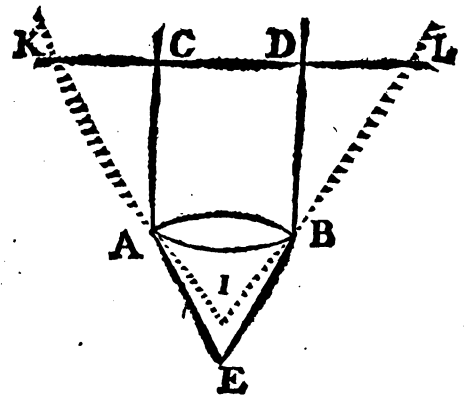
Digitized by Google

opacum A, pupilla B, & objectum quodcumque C, si corpus A accederet ad pupillam B non illam



omnino tegeret: sed relinqueret circa se partem illius detectam, per quam transmittentur radii. In quo illud consideratione dignum est; quod corpus minus pupilla, quò magis recedit ab oculo, & magis accedit ad objectum, eò plures partes objecti tegit, è contra verò corpus majus pupillâ, quò magis recedit ab objecto, & accedit ad oculum, eò plures objecti partes occultat. Quod ita manifestum est, ut iis immorari non libeat.

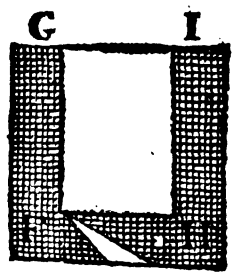
Secunda pars, quòd objectum minutum in aliqua distantia maximum appareat, primò probatur experientiâ. Si enim oculo admoveris aciculam; hæc in maximum cylindrum ampliabitur. Ratio autem est quia ut jam diximus sæpe, lens convexa objecti nimis vicini radios non unit. Sit enim lens convexa AB quæ radios solares C A



DB physicè parallelos, (ex tanta scilicet distantia venientes) uniat in puncto E, certum est quod si in puncto E apponeretur fax accensa, lens AB remitteret radios EA, EB secundùm lineas AC, BD, parallelas. Si verò adhuc magis admoveretur fax illa, nempe esset in puncto I, radii IA, IB remitterentur secundùm lineas AK, BL. Supponatur jam AB esse crystallinus, KL retina, & objectum minutum esse in I; imago illius occupabit in retina totum spatium KL; ergo si sit aliquid oblongum ut acicula, videbitur ad modum alicujus cylindri. Quia illud videtur magnum cujus imago in retina, magna est; sed id accidit in tali casu, ergo maximum videbitur tale objectum.

Tertia pars nempe quòd situ mutato videatur, ita primò experientia probatur. Si aliquod corpus nigrum dissitum uno passu, aut altero ab oculo, & aciculam I hoc modo oculo admove hæc apparebit ad modum cylindri GFHI. Si intercipias radium AI sinistrum, deficiet in cylindro pars dextra IH, & vicissim si impedias radium IB, deficiet ex cylindro GH, pars GF. Ratio ex nostris principiis difficilis non est. Dum intercipitur ra-

dius IA deletur sinistra pars imaginis K, sed sinistra representat objectum esse in parte dextra, er-



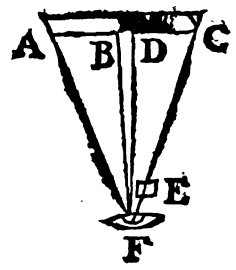
go videbitur deficere objectum in parte dextra.

Quæres cur id non accidat secundùm altitudinem. Respondeo id etiam accidere secundùm altitudinem, si acicula esset aliquid minutum secùndùm altitudinem, quia tam est alta, seu longa uno digito, ideo non potest sumi pro aliqua re minuta secundùm eam dimensionem, ideoque est aliqua confusio, nec bene res succedit; si eo modo considetetur. Notandum autem me jam locutum fuisse de hujusmodi ampliatione rei parvæ, quæ in minima distantia videri non potest sine confusione.

PROPOSITIO XXXVII.

Theorema.

Objecta alba dissita, majora videntur, nigra videntur minora.



Experientia ita se habet. Sit objectum AB album conjunctum cum objecto BC nigro, & utrumque ab eodem oculo F videatur. Objectum AB videbitur occupare aliquid ex spatio objecti BC, ita ut etiam si æqualia essent illa duo objecta; videretur tamen objectum AB esse majus, insuper addo, quòd si admoveatur corpus opacum E ad latera; ita ut ferè perveniat ad radium F D, tunc videbitur retrocedere corpus AB, & facere locum corpori nigro BC. Hujus experientiæ communis quæritur ratio. Respondeo eandem esse quæ reddita pro lucernis, & stellis & ignibus præcipuè verò visis de nocte. Vix enim accidere potest ut adeo sit perfecta figura crystallini, & aliorum humorum ut in eandem partem retinæ uniat radios ad eandem objecti partem pertinentes; unde multi licèt parum intensi exorbitant, ideoque imagines non sunt omnino præcisæ. Hujusmodi autem radii exorbitantes ab objectis lucidis, & albis provenientes, sunt potentiores, quàm qui ab objectis nigris emittuntur, & dum exorbitando incurrunt in eandem partem retinæ, quam attingunt radii aliorum objectorum, adhuc meliùs movent potentiam. Unde in eo loco in quo debuerat videri objectum nigrum, videtur album; quando verò castigantur isti radii exorbitantes, alii tamen omnes pertinentes ad nigrum objectum non castigantur, quia ex qualibet parte

Digitized by Google

objecti per ſingulas partes pupillæ emittuntur radii; inde fit ut caſtigata objecti albi luxurie, ſolum objectum nigrum remaneat non ſecundùm radios exorbitantes, qui ut ſunt debiles; ſunt etiam ad viſionem inutiles; ſed ſecundùm genuinos, & veros.

PROPOSITIO XXXVIII.

Theorema.

Cur duo oculi geminatum non videant objectum.

Hæc difficultas olim mihi propoſita fuit, ut in tota Optica difficillima ab Excellentiſſimo Domino Marchione de Pianezze, viro tam pietate, quam in doctrina percelebri. Cui reſponſionem quidem veram, & genuinam tunc in tempore dedi, nempe id oriri, eò quòd uterque oculus repræſentaret objectum in eodem loco; confirmationem tamen paulò infirmiorem addidi; Si accideret ut duo objecta nempe ſimilia, repræſentarentur eſſe in eodem loco, illa duo tanquam unum objectum apparitura aſſerui; & hoc per reflexionem, aut refractionem fieri poſſe. Quod tamen ubi ad examen ventum eſt per ſpecula, aut per lentes, impoſſibile deprehendi; licèt aliâ viâ multò ſimpliciori perfici poſſit, ut infrà ſatis oſtendam. Ut autem tota difficultas melius eluceſcat: Quoties duplex in eodem oculo objecti imago depingitur, toties etiam objectum debet geminatum apparere; quod ultro ſæpè conceſſimus, immò tanquam primum principium ſtabilivimus. Ita oſtendimus lente polyoptra multiplicem in oculo etiam artificiali imaginem exprimi, & conſequenter in oculo naturali, atque ideo vitro polyoptro objecta multiplicari. Ita oſtendimus objectum apparere multiplex per duo, aut tria foramina, quia nempe multiplicatur imago; ergo etiam concludet aliquis, quoties erunt duæ imagines, in quolibet nempe oculo una, multiplicabitur objectum.

Huic difficultati celebres alioquin authores, & de Opticis bene meriti Alhazen, & Vitellio ſuccubuere, & in eam abiverunt ſententiam, ut concurſum nervorum opticorum tanquam viſionis ſedem aſſignarent, quod tamen puto ab omni ratione alienum. Cum enim in eo nervorum opticorum concurſu non poſſint rerum imagines, ullam extenſionem habere; ſintque ibi omnium objectorum permixti radii (etiam conceſſo quod nervorum opacitas eos non excluderet) non video quomodo confuſio vitari poſſit. Si enim confuſa imaginum expreſſio, in retina facta, confuſam reddit viſionem, multò confuſior erit viſio ſi in ipſo viſionis organo, hæc radiorum, & imaginum permixtio admittatur. Licèt enim in cryſtallino ſit confuſio, ſequitur tamen diſtincta viſio, quia ſufficit, ut ſit diſtinctio in retina, nempe organo viſionis; ergo etiam licet eſſet confuſio in retina, modò ſit diſtinctio imaginum in concurſu nervorum, ſequetur diſtinctio in viſione, & viciſſim etiam poſitâ diſtinctione in retina, ſi ſit confuſio imaginum in ipſo nervorum opticorum concurſu, dabitur confuſio in viſione, in ea nempe opinione, quæ illum concurſum, ut viſionis ſedem aſſignat.

Secundò neque ſic vitatur difficultas, nam duplex ejuſdem objecti imago in retina expreſſa, duplicem cauſat viſionem in eo nervorum opticorum concurſu: ergo etiam duplex ejuſdem objecti imago in diverſo licèt oculo depicta, duplicem etiam in eodem concurſu viſionem producet; atque adeò geminatum apparebit objectum. Neque poſſum ullam excogitare reſponſionem, quâ potiori jure uti non poſſim, ut oſtendam duplicem illam viſionem ejuſdem objecti in utraque retina factam, idem tamen objectum, & in eodem loco repræſentare. Si enim dicas ideò duplicem illam imaginem, in duabus retinis expreſſam ad unicam viſionem concurſum nervorum opticorum determinare, quia ſimiles utriuſque retinæ partes afficiunt. Primò niſi hoc benè intelligatur falſum eſt, nam aliquando objectum ita diſpoſitum eſt, ut in unius oculi retinæ parte dextra depingatur, & in retinæ alterius parte, ſiniſtrâ exprimatur: aliquando verò utriuſque retinæ partem dextram, vel utriuſque ſiniſtram afficiat; in quibus omnibus non ſemper geminatum apparebit. Quæram enim quæ ſint partes ſimiles, & ſibi reſpondentes in utraque retina, vel ſiniſtræ ſiniſtris, vel ſiniſtræ dextris. Si primum; ergo quoties inter utrumq; oculum proponetur objectum, illud geminatum apparebit, tunc enim unum ad ſiniſtram, alium verò ad dextram attinget. Deinde ſi partes utriuſque retinæ ita ſunt compoſitæ, ut ſibi reſpondeant, & ſimili modo efficiant concurſum iſtum nervorum opticorum; æquè probabiliter dici poterit, eas ſibi etiam reſpondere in ordine ad repræſentandum objectum in uno eodem loco.

Denique refert Aguilonius, à ſe cognitum hominem, qui numquam conqueſtus fuerat ſe objecta videre duplicia, cujus caput cum diſſectum fuiſſet, inventi ſunt nervi optici non concurrere, & de facto in omnibus hominibus licet nervi optici uniantur, non tamen fiunt unus idemque nervus, nec eorum cavitates confunduntur, quod tamen neceſſarium eſſet ut unica, & eadem fieret in illis viſio.

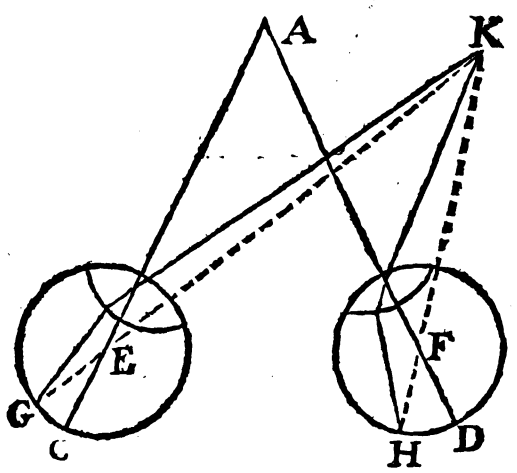
Ut tamen ſolvam difficultatem, ſuppono viſionem in oculo exiſtentem, reptæſentare objectum eſſe extra oculum: neque enim judicamus objectum eſſe in oculis noſtris, licèt viſio in illo ſit; & hoc in omni opinione dicendum eſt..

Revocandum item eſt fieri non poſſe, ut objectum multiplicatum appareat, quin in duobus diſtinctis locis videatur. Nam loquamur ex opinione Philoſophorum communi, licet plures ſint albedinis, aut alterius coloris gradus intenſivi in eadem ſubjecti parte; oculus tamen eos non diſtinguit ab invicem, quia nempe eos videt in eodem loco: neque credibile eſt, qeod ſi dentur ſpecies impreſſæ viſibiles, quod diſtinctæ mittantur ſpecies à gradibus intenſivis diſtinctis. Unde puto quod ſi duo ova omnino æqualia compenetrarentur, viderentur nobis eſſe unicum ovum.

Quod quia nimis abſtractum eſt, & ſapit præciſionem metaphyſicam, probo duo objecta omninò ſimilia in eodem loco viſa, apparere tanquam unicum objectum. Pone ſupra menſam duo objecta ſimilia, & æqualia, verbi gratia duo alba, & digito detorqueatur tantiſper alteruter oculorum, geminatum apparebit quodlibet objectum; porerit tamen fieri, ut ita detorqueatur oculus, ut illorum objectorum ſimulachra duo coïncidant, hoc eſt ut duo hujuſmodi objecta videantur in uno eodem loco, & tunc ut experientia conſtat, illa duo objecta videbuntur unum objectum;

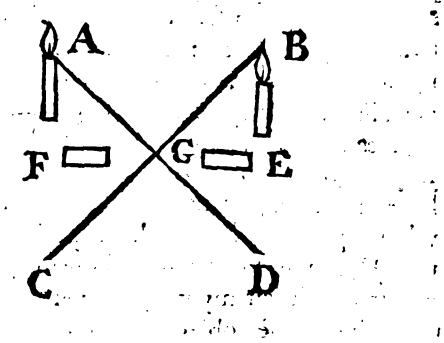
Digitized by Google

ctum ; ergo si duo objecta similia in uno eodem loco videantur, apparent unum esse objectum: quod ut melius intelligatur. Sint duo objecta A,B, quæ hoc modo per detorsionem unius oculi digito factam geminatum. A, videatur in C & D; B verò in E & F, ita tamen detorqueatur oculus, ut D & E coincidant. Unde ita argumentor. Visio objecti A,illud repræsentans esse in loco D, & visio objecti B, illud repræsentans in loco E, seu in eodem loco D, tales sunt ut illa quasi unum idemque objectum ostendat, licèt sint visiones in duobus oculis elicitæ; immo & objectorum diversorum; ergo multò magis si duæ visiones ejusdem objecti in duobus oculis factæ, illud repræsentent esse in eodem loco,unicum apparebit objectum. Sed duæ visiones ejusdem objecti in duobus oculis factæ repræsentare possunt objectum esse in eodem loco; ergo duæ visiones in duobus oculis elicitæ unicum tamen objectum



repræsentabunt. Nam si sit objectum A, quod distinctè videatur, seu per axes opticos irrefractos, ita ut imago illius objecti depingatur in C & D, sintque centra retinarum E, F, quia (*per 5. hujus*) objecta videntur in linea recta ducta ab imagine ad centrum retinæ; objectum apparebit in lineâ CE, & in linea DF, & cum in tali casu nihil sit quod impediat, quominus videatur in proprio loco; videtur per utramque visionem objectum esse in loco A. Ergo in eodem loco ab utroque oculo, quare unicum apparebit: neque in eo est major difficultas quam in plurimis aliis proprietatibus imaginum, aut visionum; seu non est major difficultas, quod duplex imago, aut visio repræsentet tam unicum objectum, quam quod imago in oculo existens repræsentet objectum esse extra oculum. Hoc enim sophisma facilè solvi potest. Tunc objectum videtur geminatum quando videtur in diversis locis, sed quando videtur per duos oculos, videtur in diversis locis; ergo videtur geminatum. Minor autem probatur. Duæ retinæ sunt diversa loca, sed dum videtur per duos oculos; videtur in utraque retina: ergo tunc videtur in duobus locis. Est enim puerilis æquivocatio in hac voce (videri in duobus locis) duobus enim modis id potest intelligi. Primus modus videri in duobus locis, est apparere in duobus locis, seu ut fere semper dixi videri esse in duobus locis, & quod ita videtur geminatum apparet. Si verò intelligatur (*per videri in duobus locis*) quod visiones sint in duobus, & ut ita dicam, quod videatur ex diversis locis. In tali sensu nego id geminatum apparere quod in duobus locis, seu quod per visiones in diversis locis existentes videtur.

Probo autem, & alio modo. Duplex objectum simile, si in eodem loco videatur; videri, ut unum



objectum. Sint duæ faces A & B, supra mensam æquales, & æque altæ, sint autem ita dispositæ, ut oculus C non possit videre facem A, & oculus D facem B; tunc illæ faces videbuntur unica, quæ videbitur in puncto G, modò tamen uterque axis dirigatur in punctum G, hoc est axis oculi C in B, & oculi D in A: ex quo & formatur argumentum supra factum, & insuper bene probatur distantia cognosci ex concursu radiorum opticorum.

Si verò sit objectum quodcumque K, extra axes opticos, & consequenter quod videatur per radios irrefractos KG,KH, & per alios quoscumque unitos in G, & H, quia (*ut diximus propos. 5. hujus*) semper videtur objectum in linea ducta à loco imaginis in retina per centrum ipsius retinæ, tale objectum K videbitur in lineis GE, HF productis. Puto autem fieri posse, ut lineæ illæ non bene concurrant in loco vero, & reali ipsius objecti, præcipuè verò quando objecta valde obliquè incidunt in oculum, sed tunc ita confusè videntur; ut licet inveniretur aliquis error, non animadverteretur. Sed de hoc ultimo infrà dicemus.

PROPOSITIO XXXIX.

Problema.

Axes optici concurrunt in unum idemque objectum.

Tanta est consensio oculorum, ut non possit unus moveri, quin moveatur alter, quod nulla meliùs ratione probare possum, quàm experientiâ. Si enim moveri posset unus altero immoto, simul duo objecta distinctè percipi possent, & aliquis simul ambas ejusdem libri paginas legere, sed hoc est contra omnem experientiam; ergo immoto uno oculo alter necessariò quiescit. Sequela patet, si enim uno oculo defixo in aliquod objectum, hoc est directo illius axe optico in tale determinatum objectum, alter moveretur, axem suum opticum dirigeret in aliud objectum. Ergo etiam illud distinctè perciperet.

Assero insuper axes opticos utriusque oculi non esse parallelos; De hac controversia habet aliquid Gassendus, qui talem oculorum parallelismum adstruere conatur. Putat enim vix unquam nos duobus simul oculis idem objectum intueri,

ſed ferè ſemper alterutrum oculum ita otiari, ut ad ejus operationem nullo modo attendamus. Suam affert experientiam, aſſeritque ſe oculos habuiſſe longè diſſimiles; ita ut uno oculo triplò majora perciperet objecta quàm altero, quod tamen non niſi poſt diligentem reflexionem deprehendit. Ex quo concludit alterutrum oculorum, ut plurimum feriatum eſſe, alioquin geminata vidiſſet objecta: cum impoſſibile ſit videre idem objectum majus per unum oculum, quàm per aliud, quin geminatum appareat. Neceſſarium enim eſt, ut aliqua in duobus locis videat: neque ego hanc tanti viri, & de rebus phyſicis bene meriti experientiam in dubium revocare velim, quin immò eam aliis experientiis confirmo. Habemus hic fratrem aliquem Janitorem, qui uno oculo eſt myops, alio verò presbita; ita ut diſtinctiſſimè objecta diſſita percipiat uno oculo, quæ alio vix diſtinguit, & viciſſim cum legendum eſt altero utatur oculo. Idem mea confirmo experientia, quam quilibet facere poterit: Sum myops, oculos tamen habeo ſatis perfectè ſimiles. Quotieſcumque alterutri oculorum lentem concavam adhibeo, non clauſo altero, objecta bis video, diſtinctè per lentem concavam; & confuſè, alio oculo, quo etiam majora mihi apparent: ſed opus eſt aliqua attentione, alioquin vix animadverterem me confuſè objectum percipere, licèt quia non eſt caſus mihi conſuetus, mihi ſit facilius id advertere: quam iis qui hoc habent à naturâ; quare admittenda eſt ea experientia: Nego tamen ea probari axium opticorum utriuſque oculi paralleliſmum. Si enim otiatur unus oculorum, hoc eſt, licèt non fiat attentio ad eam impreſſionem quæ in eo fit; hoc non impedit quominus dirigat axem opticum ad objectum, quod alter oculus diſtinctè percipit.

Probo autem concurrere utrumque axem opticum in objectum, quod diſtinctè percipimus. Dum aliquod objectum in debita diſtantia percipimus, claudatur alteruter oculorum alio immoto permanente, deprehendemus objectum adhuc diſtinctè percipi; ergo per axem opticum, cum ea ſola ſit diſtincta viſio, quæ fit per axem opticum.

Secundò dum nimis admovemus objectum oculis, illudque diſtinctè videre conamur, ſentimus difficultatem in convertendis oculis ad tale objectum: ſed nulla eſſet difficultas ſi ſemper axes optici paralleli eſſe deberent: ergo axes optici paralleli non permanent, dum objectum diſtinctè à nobis percipitur.

Tertiò faciunt rationes ſupra propoſitæ, nempe quod duo ſimul objecta diſtinctè videremus: non quælibet, ſed ea quæ diſtarent ab invicem diſtantiâ, quæ eſt inter utrumque oculum, quod experientiæ repugnat communi.

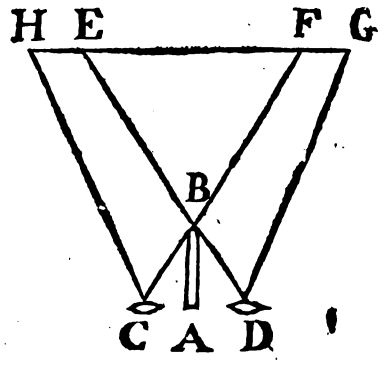
Quia tamen non poſſunt ſemper axes optici quomodolibet concurrere quando nempe objectum eſt valdè vicinum oculo, fieri non poteſt, ut ad ſe invicem inclinentur oculi, & dirigant utrumque axem opticum ad idem objectum: inde fit ut myopibus ſæpè accidat, unum tantùm oculum ad objectum dirigi; & eo tantum legere, altero quidem oculo quaſi feriante, ſi ita bene non videat: hoc eſt ſi tanta ſit diſproportio inter ejus viſionem, & oculi bene affecti viſionem, ut animum non afficiat. Quod ſi æquales ſint oculi, orietur multiplicatio objectorum, ut ſæpè experior, & oſtendam infra.

PROPOSITIO XL.

Theorema.

Duo oculi communiter meliùs vident, quam unus tantum.

Hanc propoſitionem non poſſum meliùs probare quàm experientiâ, hæc communiter affertur. Pone manum, vel quodlibet aliud corpus opacum



AB, inter utrumque oculum C & D, proponaturque objectum H G, in debita diſtantia ad hoc ut diſtinctè percipiatur; oculus C videt totam lineam H F, & oculus D, totam E G: igitur linea E F, ab utroque oculo videtur, H E autem, & F G, ab uno tantum. Experientiâ autem conſtat partem EF, meliùs videri quam partes HE & FG, quia nempe in loco in quo oculus C videt lineam H E, oculus D videt corpus opacum A B, quod quia nimis vicinum eſt oculo D, & valdè obliquè ab eo ſpectatur, non ſatis diſtinctè videbitur: Prævalet igitur viſio partis F E, facta ab oculo C, ſupra viſionem corporis opaci AB, factam ab oculo D. Hæc tamen ultima aliquid confuſionis invehet in viſionem objecti H E. Unde ſi clauderetur oculus D, melius videretur pars HE. Experietia etiam conſtat melius videri E F, duobus ſimul oculis quàm ſi alterutro tantum videretur. Ratio eſt quia duæ impreſſiones factæ licet in duobus organis, idem repræſentantes plus poſſunt, quàm una tantum.

Dixi tamen communiter, & addidi quod objectum proponeretur in ea diſtantia quæ neceſſaria eſt, ut diſtinctè percipiatur, quoties enim confuſè videtur, ma or oritur ex duplici viſione confuſio, quàm ex unica tantùm. Ratio eſt quia cùm eſt confuſio objectorum penicilli, non perfectè uniuntur, interrumpunturque propter maculas, & defectus in oculis exiſtentes, ut diximus cum de myopibus; plures autem ſunt maculæ, & notæ in duobus oculis, quàm in uno: igitur & major interruptio radiorum, & major confuſio orietur ex duplici viſione, quàm ex una tantum. Ita myopes qui objecta præcipuè alba geminata vident etiam uno oculo; quadruplicata percipient duobus oculis.

Superius allatæ experientiæ videntur adverſari Ariſtoteli, & Galeno, aſſerentibus uno oculo meliùs, & diſtinctiùs objecta percipi, quàm duobus; eò quòd clauſo uno oculo ad alium ſpiritus animales confluant, qui virtutem videndi augeant.

Digitized by Google

augeant. Aristotelis locus illi vulgò non tribuitur, & inter spurios rejicitur. Dico ergo hujusmodi spirituum affluxum vix bene notari; immò contrarium accidere, nam dum per aliquod tempus, unum oculum claudimus; eâ vi quam oculo inferimus, ita impediuntur spiritus, ut sensim hebescat aperti oculi acies, ideóque qui ut melius scopum attingant oculum claudunt; non ideo quia hoc modo melius vident, sed quia certiùs unicâ scilicet lineâ ictum dirigunt.

PROPOSITIO XLI.

Theorema.

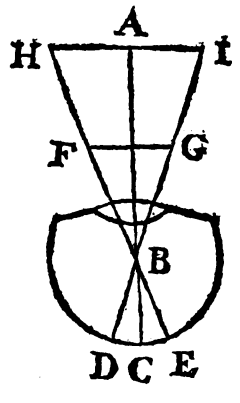
Duo objecta simul non videntur distinctè.

Illud solum objectum distinctè videtur, quod per axes opticos percipitur, sed (*per* 37.) in unum tantum objectum ambo axes optici diriguntur, ergo unicum tantum objectum distinctissimè percipitur. Unde si mathematicè res perpenderetur; unicum tantum punctum deberet cum omnimoda distinctione videri. Quia tamen versamur in materiâ physicâ, & non tantum id quod in axe optico mathematicè sumpto versatur, videtur perfectè, sed quod in axe optico physico, & sensibili. Neque enim aliud probavit (*propositio* 26. *hujus*) ideo illud quod cum ea distinctione comprehenditur aliquam habet latitudinem. Adde quod ea quæ sunt viciniora axi optico melius distinguuntur, quàm quæ sunt ab eodem remotiora; inde fit ut hæc omnia latitudinem habeant.

Ex eo distinguere possumus simplicem aspectum ab intuitu, seu ut vocant aliqui, obtutu. Nam ea omnia quorum radii, ad oculum quomodocumque pervenire possunt, sub aspectum cadunt; sive directis, sive obliquis spectentur radiis; & ut objectum quodcumque etiam magnum hoc modo videatur, vix tempore indigemus, cum simul omnes ejus partes in oculum incurrant.

Quæ verò per intuitum spectamus, ut nempe singularum partium perfectam notionem habeamus; indigemus aliquo tempore; ut nempe successivè axis opticus singulas ejus partes percurrat, ita simul paginam integram non legimus.

Objectorum autem paulò remotiorum plures partes, simul sub intuitum cadunt, quàm objectorum viciniorum, supponamus enim latitudinem axis optici, sub quo objecta perfectè percipiuntur esse unius gradûs, hoc est quod objectum distans



ab axe optico hinc inde uno semi gradu adhuc benè percipiatur, certum est quod in majori distantia, plures partes objecti cadent intra illum gradum, quàm si vicinius esset oculo. Sit enim axis opticus mathematicus ABC, centrum retinæ sit B, sed non tantum in C præcisè, sed in totâ spatio DCE, objecta distinctè videantur. Ducantur per B, radii EBH, DBI. Ex suppositione quæcumque videbuntur esse intra lineas EBH, DBI (*per* 5. *hûjus*) expriment suam imaginem in spatio DCE; ergo distinctè spectabuntur; sed clarum est quod quò in remotiori spatio verbi gratiâ HI, collocabitur objectum, eò plures ejus partes cadent intra lineas BI, & BH, quam si collocaretur in FG; igitur quò objectum erit remotiùs, eò plures ejus partes simul intueri poterimus. Quod erat demonstrandum.

Ex hoc sequitur quod ii qui, ut legant, objectum multùm oculis admovere coguntur, indigeant maximo motu non tantum oculorum, sed etiam ipsius capitis, ut paginam, aut lineam integram percurrant. Qui verò in majori distantia legere possunt, non indigent tanto motu, ut characteribus axem opticum applicent.

Quando verò fit comparatio unius cum alio; hæc non est opus solius oculi; sed etiam imaginationis, aut sensûs communis. Idem dicendum est de visione, quæ fit objectorum jam præcognitorum; nam verbi gratiâ dum puer non assuetus; vult legere omnes singillatim characteres, cum aliquo tempore ne è memoria subitò elabantur percurrit. At verò qui est exercitatus, leviùs singulos perlustrat, & sæpe ex aliquibus tantum distinctè visis, & dispositione totius vocis, excitat memoriam etiam eorum, quos non fuit perfectè intuitus. Unde memoria supplet id quod visioni defuit.

Accidit autem aliquando, ut ea quæ magis inter se differunt, faciliùs inter se distinguantur, ità nigrum colori albo vicinum, faciliùs distinguitur, quam si eidem vicinus esset alius color. Ratio hujus rei clara est, quia diversæ affectiones magis feriunt sensum: si enim impressio ab objectis facta est aliquis motus, motus melius advertitur, dum comparatur cum alio motu omnino contrario; quàm si compararetur cum motu simili. Si verò illa impressio sit aliqua qualitas, etiam melius advertimus earum differentiam, dum utraque est præsens, quam si præsens esset alia qualitas magis ei similis. Ex hoc sequitur quod aliquando possumus distinguere objectum, quod videmus, ab aliquibus, & non ab aliis; ut dum videmus aliquid magnum à longè, judicamus non esse animal, nescimus tamen an sit domus, an rupes.

Ex eo voluerunt aliqui, quòd faciliùs rationes genericas videamus, quàm specificas; sed ista omnia non pertinent ad visionem; sed ad potentiam aliquam superiorem; ideoque non sunt propriè hujus loci; nam oculus videt objectum quod ipsi proponitur. Quòd verò objectum tam imperfectam visionem in oculo producat, ut aliud etiam specie diversum non multum dissimilem ex tali loco, & in talibus circumstantiis produceret, hoc non impedit quominus hoc individuum ipsi propositum videat. Quare falsæ sunt propositiones aliquæ ab Aguilonio propositæ; verbi gratiâ ista: Generica objectorum ratio prius ac minori tempore percipitur quam specifica, pro qua substituenda esset alia, nempe non requiritur tantum tempus, ut per visionem intellectus deducatur in cognitionem rationis genericæ quam ad cognitionem rationis specificæ.

PROPOSITIO XLII.

Theorema.

Cæco viſum tribuere.

Meritò hæc propoſitio temeraria videbitur, ſi tamen adſint aliquæ circumſtantiæ ita tentari poterit. Supponatur eſſe cœcus, cui integra ſit retina, & ad ſentiendum apta, caſu tamen aliquo defluxerint tres humores, ex quibus oculus componitur, nempe aqueus, cryſtallinus, & vitreus, pateatque via ad retinam uſque, hoc eſt nulla ſit membrana, quæ aditum præcludat; dico probabiliter fieri poſſe, ut juvetur potentia viſiva, ſuppleanturque hi humores. Cùm enim iſti humores non ſentiant, nec in iis exerceatur ſenſatio, quam ſuppono exerceri in retina, horum humorum officia, non ſunt præciſe vitalia. Tantum enim refractiones tales efficiunt, radiorum luminis ab objectis prodeuntium, ut in fundo oculi depingantur eorum imagines. Sed facilè objectorum imagines ope lentis convexæ, in retina exhibebuntur, etiam ſi non habeantur humores: ergo poterit ſufficienter determinari potentia ad videndum, etiam ſine hujuſmodi humoribus.

Aſſumatur enim lens vitrea, minoris ſphæræ portio, quæ nempe radios ſolares ad diſtantiam ſemidigiti uniat; & quæ conſequenter rerum imagines ad diſtantiam eandem exhibeat, formeturque oculus artificialis ex vitro, ſolent enim ſæpe coclites ex vitro fictitios oculos præferre, ut deformitatem occultent. Sitque oculus ille non diaphanus, ſitque foramen æquale uveæ cui ſubſit lens convexa, ita tamen aptentur omnia, ut lens convexa, diſtet à retina ſecundùm diſtantiam ſui foci; certum eſt, quod tam exhibebuntur objectorum imagines in retina, quam depingerentur in charta; ſed in charta exhiberentur perfectè, ergo & in tali caſu in retina exhibebuntur. Quare ſi tota ſuperior doctrina vera ſit, quod nempe humores hi id tantum præſtent, ut imagines in retina efformentur, & quod nulla requiratur alia determinatio ad videndum, quam hæc; non video quare retina, quam integram ſupponimus, & aptam ad ſentiendum, non determinaretur ſufficienter ad videndum.

Tota difficultas in ſuppoſitione poſita eſt, an ſcilicet ablatis humoribus, retina poſſit ſuam temperiem naturalem diu retinere, ita ut non indureſcat, aut areſcat, aut callum obducat, fiatque ad ſenſationẽ inutilis. Memini tamen me collocutum aliàs cum cœco, docto, & Theologicis etiam ſtudiis inſtructo, à quo cum petiiſſem, quam de coloribus ideam haberet: reſpondit ſe in magna luce, hoc eſt dum oculos ad radios ſolares converteret, aliquem ſplendorem videre, huic tamen adhuc puero morbus humores oculi occuparat. Ex quibus concludo, poſſe etiam ſine humoribus conſervari retinam integram, cum diſpoſitionibus ad videndum.

Confirmatur. Poſſumus lentibus convexis, & concavis juvare potentiam viſivam, male conformatam, dum ſcilicet penicillorum unionem acceleramus, & retardamus. Ergo poterimus etiam vices humorum ſupplere, modò ut dixi integra perſeveret retina.

OPTICÆ
LIBER SECVNDVS.
De Viſione duorum oculorum.

Vt facilius quæ ſequuntur intelligantur aliquæ definitiones ſunt hic explicandæ.

DEFINITIONES.

Prima definitio. Radius opticus eſt quæcumque linea, ita ab ojecto ad oculum ducta, ut per foramen pupillæ, ſive cum refractione, ſive ſine refractione tranſeat; & vi illius objectum videatur. Non expendo adhuc quid ſit ille radius. Certum eſt autem illum conjunctum eſſe cum radio luminis, vel melius radius opticus eſt quicumque radius ab objecto rectà ad oculum tendens, vi cujus imago aliqua, in retina exprimitur. Ex quo ſequitur quod ejuſdem partis objecti ſint plures radii, quia ut oſtendimus per ſingula pupillæ puncta ab eodem objecto radii tranſmittuntur.

2. Axis opticus eſt radius per pupillam, & centra omnium humorum tranſiens: de illo jam diximus ſupra, oſtendimuſque vi illius axis certiſſimam, & diſtinctiſſimam fieri viſionem. Duo oculi duos habent, & diverſos axes opticos. Unde concludes motis oculis moveri tales axes opticos. Connectens centra viſuum eſt linea per utriuſque oculi centrum ducta.

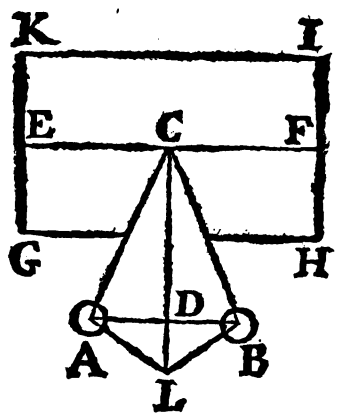
3, Axis communis, eſt linea bifariam ſecans connectentem centra oculorum, & tranſiens per concurſum nervorum opticorum utriuſque oculi; ut ſi ſint nervi optici BL, AL, linea BD, producta eſt axis communis. Unde immobilis eſt ille axis immoto capite licèt moveantur oculi.

4. Horopter eſt linea per concurſum axium opticorum ducta, & parallela connectenti centra oculorum.

5. Horopte

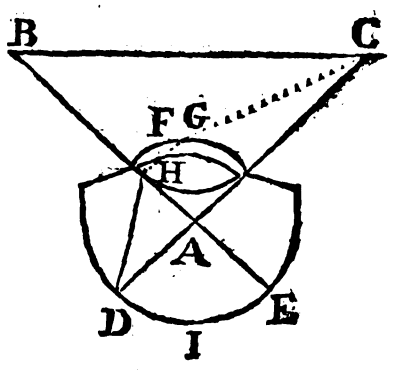
Digitized by Google

5. Horopteris planum est planum per horopterem ductum, & rectum ad planum per axes Opticos. Quod ut oculis subjiciatur. Sint duo oculi A & B, sint axes optici AC, BC, directi in punctum C, quod distinctè ab utroque oculo videatur, sint centra oculorum A & B, sitque AB, connectens centra oculorum, quæ dividatur bifariam in D, linea DC erit axis communis, sit linea EF, parallela lineæ AB, erit EF horopter. Intelligatur planum GHIK, ductum per lineam EF, & rectum ad planum ACB, vocabitur planum horoptetis.



6. Pyramis optica est pyramis radiis opticis principalibus comprehensa, cujus basis est objectum, vertex centrum oculi. Licèt hæc consideratio meo judicio, non sit magni momenti, ne tamen alicui æquivocationem aliquam pareret, relinquendam non censui. Et primò quidem certum est, à quolibet rei visibilis puncto, ad quamlibet oculi partem, lumen aliquod ad visionem requisitum emitti, aut saltem reflecti; inde fit ut tot fiant pyramides, aut coni, quot sunt in objecto puncta, quorum vertices sunt in objecto, & bases sunt ipsa pupilla, aut ipse oculus. In singulis hujusmodi conis possumus cogitare radios minus principales, & alios principales. Principales erunt illi qui per centrum oculi transeunt, sive revera per pupillam admittantur & de facto visioni inserviant, sive non admittantur per pupillam; ideoque sint inutiles ad visionem. Possunt tamen cogitari, cum proprie determinent locum in quo videtur objectum, possumus item solos illos radios principales cogitare, seclusis per intellectum cæteris minùs principalibus, immò cogitare oculum quasi unicum punctum, & sub hâc consideratione fit pyramis, cujus basis est objectum, vertex est oculus, radii principales ab objecto in oculum ducti sunt illius pyramidis latera.

7. Maxima pyramis optica, ea omnia comprehendit, quæ oculus unico intuitu spectare potest, unde communiter optici magnitudinem pyramidis opticæ non æstimant, penes magnitudinem objecti, sed penes magnitudinem anguli; quare melius meo quidem judicio definiri, posset hæc maxima pyramis per maximam imaginem quæ in oculo formari potest. Cum enim radii principales, sub quibus comprehenditur pyramis optica, uniantur omnes in centro retinæ, ibique angulum aliquem faciant cui opponitur alius angulus oppositus ad verticem, determinans magnitudinem imaginis in retinâ expressæ; illa erit maxima pyramis, quæ maximum angulum comprehendit, sub quo videri possit illud totale objectum quod unico intuitu spectari potest, & consequenter cui opponitur in retina maxima imago. Ut si sit centrum retinæ A, & nihil videri possit sub angulo majore quam sit BAC, cui opponitur ad verticem DAE, determinans magnitudinem imaginis DIE, erit BAC maxima pyramis optica.



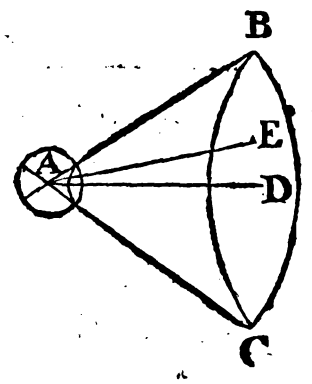
Neque obstat huic considerationi; quod definiamus illam pyramidem per radios principales, & per centrum oculi transeuntes, qui tamen plerumque sunt tantum fictitii, & inutiles visioni: cum per pupillam non transeant, atque adeo ad retinam non perveniant, sed excludantur partibus oculi non diaphanis. Licèt enim radii CA, BA, non transeant per pupillam, transit tamen aliquis radius CH, qui post aliquas refractiones attingit retinam in puncto D, & cum dixerimus (*prop. 5. hujus*) semper objectum videri esse in linea recta ducta à loco imaginis, per centrum retinæ A, imago D, repræsentabit punctum C, secundum lineam DAC, etiam si sit formata vi radii CHD, igitur quandoquidem objectum videtur semper esse in linea per centrum A transeunte, bene possumus abstrahere à radiis illis quibus imago formatur, ut eas tantum consideremus lineas, in quibus singulæ objecti totalis partes spectantur; & sub illa consideratione oculus, vel eius centrum per modum puncti spectatur.

Ex quibus facilè colliges quid sit angulus visorius, quid sit sub majori aut minori angulo videri: est enim videri secundum lineas in centro retinæ coëuntes, & majorem, aut minorem in eo angulum comprehendentes. Colliges item quare illud axioma communiter recipiatur. Quæ sub majori angulo videntur majora apparent, quod intelligendum cæteris paribus, aut quando de distantia non possumus judicare, cum enim angulus in centro retinæ formatus major est, v. g. BAC, illi ad verticem opponitur D A E ipsi æqualis, quò autem angulus DAE major est, eò etiam (*per 28. 6. Eucl.*) arcus DIE seu imago major erit.

Cum autem ex natura rei, oculus sit ad modum sphæræ compactus, & pupilla sit in eius medio, nec sit ulla potior ratio, cur objecta ad lævam posita, potiùs quàm quæ ab sinistram jacent, videantur; neque alta, seu sublimiora, potiùs quam depressa; pyramis illa æqualiter ex omni parte porrigetur, ideoque conus potiùs erit quam pyramis, cujus axis coincidet cum axe optico, seu cum illo radio qui per centra omnium humorum transit. Ex quo vides rationem, quare vocetur axis opticus; secludo tamen aliqua accidentia, quæ possunt coarctare magis conum opticum ex una parte, quam ex alia, ut verbi gratia, protuberantia nasi.

Quod ut melius intelligas. Sit oculus A, in cujus centro retinæ A, intelligatur constitutus vertex coni recti BAC, qui sit maximus opticus, hoc est quæcumque sunt extra illum conum productum si sit opus, videri non possint, sitque illius coni

coni axis AD, vides facilè eam lineam AD, perpendicularem esse ad oculum, & per mediam pu-



pillam transire; ideoque objectum quod in linea A D positum erit, distinctè videbitur, & pro ut recedet magis à linea A D, magis confusa erit illius visio. Denique posita extra maximam pyramidem, nullo modo videntur quod patet ex definitione maximæ pyramidis opticæ.

Notandum autem quod moto oculo alia debeat intelligi hujusmodi pyramis optica: ut si obverteretur oculus, ita ut axis opticus esset A E, tota etiam pyramis ascenderet, quæ omnia per se patent.

Quanta autem sit quantitas illius pyramidis est satis difficile definire. Aliqui dicunt ferè hemisphærium simul videri: definiemus autem postea, dum nempe aliqua nobis occurrent principia ex quibus id definiamus.

AXIOMATA.

AXIOMA I.

Visus per lineam rectam effertur. Hoc axioma præsuppositum fuit ab Euclide, nescio tamen, an ita proclive sit ejus perfectum sensum tam citò exponere. Quod si opinio quæ antiquitùs satis communis erat, nempe visionem fieri per extra missionem radiorum, aut luminis ab oculo, ad objectum, vera esset, de qua dicemus suo loco, non usque adeò difficile esset intelligere quid sibi vellet præsens axioma. Diceremus enim hujusmodi radios ab oculo ad objectum emissos secundum lineam rectam produci: quia tamen exolevit jam diu hæc opinio, & licet tolerabilis esset, non posset tamen habere locum axiomatis: ideò inquirere debemus, an alium sensum habere possit. Primus sensus qui lumine naturali, & experientiâ notus est, erit, si dicamus id quod ab objecto ad oculum propagatur, produci per lineam rectam. Quod autem aliquid propagatur puto à nemine negari posse. Ostendimus enim jam supra, lumen à quolibet objecto ad oculum propagari, & sine lumine nihil videri; quod verò id quod propagatur per lineam rectam, in oculum incidat, facilè ostenditur: si enim aliquod corpus opacum interjiciatur inter objectum, & oculum, cessabit omnis illius visio: si interjiciatur, sed non secundùm lineam rectam videbitur objectum.

Secundus sensus quem pati potest illud axioma, est quod objectum repræsentetur esse in linea recta ducta ab imagine ad centrum retinæ; (*per propositionem 5. hujus*) & consequenter in linea recta perpendiculariter incidente ab objecto in locum, & in eo sensu videtur aliquid ab oculo in objectū emitti; hoc est quod detur aliquid in oculo quod ad objectum referatur, seu quod illud repræsentet esse in ea recta linea. Quia autem oculus aliquando sumitur per modum unius puncti: dicimus communiter quod objectum videatur in ultimo radio in oculum incidente; hoc est quod licèt lumen ab objecto reflexum, aut si velis species visibilis multas ante oculum sit passa, aut reflexiones, aut refractiones: oculus ut ita dicam divinare non potest hujusmodi reflexiones, aut refractiones: sed tantùm videt objectum in eo prorsus loco in quo si existeret in ultimo radio in oculum incidente.

AXIOMA II.

Id tantum videri potest cujus aliquis radius ad oculum pertingit. Objectum enim vel per se, vel per aliquid aliud determinare debet oculum ad visionem sui: non potest autem illud præstare, nisi mediante aliquo lumine. Ostendimus autem omne lumen ad hoc inutile esse, nisi quod ab objecto, aut producitur, aut remittitur; ergo nisi aliquis radius opticus ab objecto in oculum incurrat, non videbitur objectum.

Ex quo etiam colligere licet, distinctorum objectorum distinctos esse radios opticos; quia à duobus objectis non una eademque linea duci potest: ergo neque idem radius luminis remitti, seu esse unus idemque radius opticus.

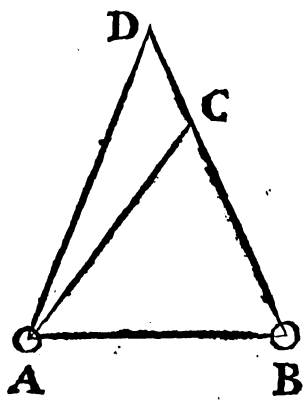
AXIOMA III.

Quæ sub majori angulo videntur majora apparent: quia quò res sub majori angulo videbitur, eò major erit imago; cùm autem imago repræsentet objectum per lineas rectas per centrum retinæ transeuntes, quò major erit imago, eò major res apparebit; ergo quò major erit angulus sub quo, res videbitur, eò major res apparebit.

PROPOSITIO I.

Ex inclinatione axium opticorum utriusque oculi, objecti distinctè visi; distantia aliquo modo dignosci potest.

Sint duo oculi A & B, intendentes in idem objectum C, ita ut sint duo axes optici AC, BC.



Dico ex inclinatione utriusque axis cum linea AB, seu ex angulis CAB, ABC, posse haberi aliquam distantiæ objecti C cognitionem.

Sentitur oculorum motus; ergo etiam est aliqua facultas in anima cognoscendi oculorum dispositionem, sed alia est dispositio, & situs oculorum pro-

Digitized by Google

pto varia objecti clarè, & per axes Opticos visi distantia; ergo ex eo motu, & situ diverso, potest aliqua haberi cognitio saltem æstimativa distantiæ objecti.

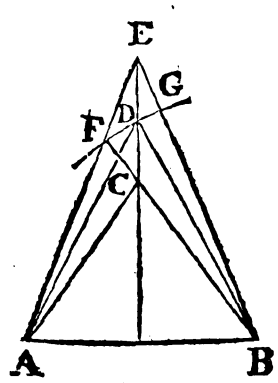
Secundò sentitur aliqua difficultas in dimovendo oculo ex situ suo naturali quo axes sunt ferè paralleli, ideoque sentit quasi situm quem habet in ordine ad oculum; sed hoc ipso cognoscitur inclinatio illa quæ fit, verbi gratia, in puncto A.

Tertiò quando oculus A, videt punctum C, videt item aut punctum B, aut aliquid illi vicinum, nempe extremitatem nasi, vel aliquid hujusmodi, licèt radius AC, non videatur, formatur in oculo imago objecti C, & imago objecti valdè vicini ipsi oculo B, & sentit oculus se affici in locis valdè vicinis, ergo videt oculus A, longitudinẽ lineæ BC: videt item oculus B, longitudinem axis AC; ergo ex his devenit, aut sensus communis, aut ipse oculus in cognitionem distantiæ objecti C, ab utroque oculo, quam unus oculus non potest sufficienter determinare. Supponantur enim esse duo objecta in C & D, quæ spectentur ab oculo B; oculus B non potest cognoscere longitudinem linearum AC, AD, quia illæ sub æquali angulo apparent; ideo non potest oculus B discernere in quo puncto lineæ B D videatur objectum, sed adveniens oculus A, id determinat; quia si moveatur objectum secundum lineam CD, advertit imaginem in diversis partibus exprimi, aut motum aliquem esse necessarium in oculo ut objectum sequatur: ergo poterit cognosci locus objecti.

PROPOSITIO II.

Quò major est objecti distantia ab oculo, eò melius vi duplicis visionis, judicium ferimus de illius distantia.

Tunc melius, & certius vi duplicis visionis judicium ferimus de objecti distantia, quando æqualis mutatio in objecto, majorem in oculo mutationem producit; sed quando objectum est vicinius oculo, quæcumque mutatio accidet in objecto, secundum distantiam, majorem in oculo mutationem producet, quam si objectum fuisset magis remotum, & eandem mutationem passum esset secundum distantiam. Sint enim duo oculi



A & B, sitque objectum, quod moveatur primò ex C in D; deinde verò moveatur ex D in E, ita ut sint æquales lineæ CD, DE, & semper axes oculorum sequantur objectum illud, dico majorem fieri mutationem in oculis A & B, dum moventur axes optici ex C in D, quam dum moventur ex D in E, seu quod idem est angulus EBD, minor est angulo DBC; hæc enim mutatio fit in oculis quod mutentur anguli qui fiunt ab axibus Opticis cum linea AB.

Quandoquidem supponitur objectum recedere ab oculis dum movetur à puncto C, in D; & à puncto D in E, erit linea BC minor quam BD, & BD, minor quàm BE; alioquin non recessisset objectum. Ex puncto B, ut centro, intervallo BD, describatur circulus F D G, producaturque linea BC, quæ minor supponitur, quam BD, usque dum secet circulum in F.

Demonstratio. Angulus FBD, ita est ad angulum DBG, sicut sector FBD ad sectorem DBG (*per* 28.6.*Eucl.*) sed triangulum CBD, minus sectore FBD, (*per* 8.5.*Eucl.*) minorem habet rationem, ad sectorem DBG, quàm sector FBD, & adhuc multò minorem ad triangulum DBE, quod majus est sectore DBG; ergo angulus CBD, majorem habet rationem ad angulum D B E, quàm triangulum CBD ad triangulum DBE, sed (*per* 38. 1.*Eucl.*) triangula CBD, DEB, sub æqualibus basibus DE, DC, sunt æqualia. Ergo angulus CBD, majorem habet rationem ad angulum DBG, quàm ut sit illi æqualis; ergo illo major est; ergo dum movebitur objectum ex C, in D, majorem mutationem sentiet oculus, quàm dum movetur, ex D in E; ergo certius judicium ferimus de distantia objecti, vi duplicis visionis, quando vicinius est, ac quando est remotius, quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM I.

Potest objectum ita ab oculo removeri, ut amplius vi duplicis visionis judicium ferri non possit de illius distantia. Ostendimus enim angulum decrescere, quod si ulteriùs procederet adhuc decresceret angulus; ergo poterit ita decrescere, ut etiamsi adhuc removeretur, nulla fieret sensibilis mutatio in oculo; sed quoties res ita se habent, nullum judicium ferri potest de distantia; ergo dum objectum nimium distat, vi duplicis visionis judicium ferri non potest de distantia.

COROLLARIUM II.

Quò angulus qui fit in objecto, à duobus axibus est acutior eò minus certum judicium ferri potest. Nam ostendemus in puncto E, angulum AEB esse acutiorem quam angulum ADB, & ADB, quam ACB, (*per* 21.1.*Euc.*) Item quò minor est angulus comprehensus à duobus axibus, v.gr. AEB, eò axes AE, BE magis sunt paralleli, quia anguli EAB, EBA magis accedunt ad duos rectos. Nam angulus AEB, est id quo prædicti anguli differunt à duobus rectis cum trianguli tres anguli sint duobus rectis æquales (*per* 32. 1.*Eucl.*)

Vel alio modo idem demonstro. Quò magis removetur objectum eò axes optici magis accedunt ad parallelismum; ponamus ergo axes AE, BE, esse physicè parallelos, in tali casu etiamsi in infinitum removeretur ulterius objectum, non tamen axes essent paralleli; ergo tunc judicium nullum ferri potest de distantia objecti.

Quæret aliquis quænam sit hæc distantia in qua judicium de distantia nullum ferri potest, vi duplicis visionis.

Respondeo primò in genere quoties distantia utriusque oculi non habet sensibilem aliquam rationem ad distantiam objecti, v.g. si distantia objecti sit trigecupla distantiæ oculorum inter se; angulus qui fiet in objecto à duobus axibus opticis erit circiter unius gradus, ita ut quantumlibet

Digitized by Google

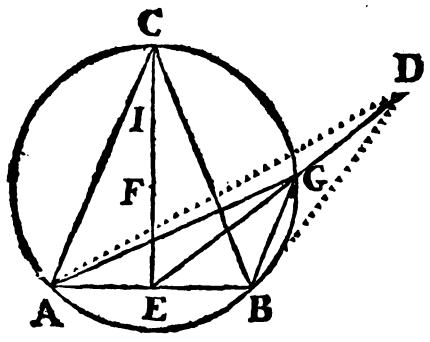
moveatur ulteriùs, non fiat mutatio unius gradûs; ideo jam illa distantia nimia est, quam ut feratur judicium certum de illa.

Quæ doctrina universalis est, & ad plurima se extendit, & primò quidem ad parallaxin, nam est species aliqua parallaxis, cum sit diversitas aspectûs, nempe quod ab uno oculo in unam partem spectetur, & ab alio oculo in aliam. Sicut ergo parallaxis astrologica, est diversitas aspectus; nempe differentia quæ est inter locum in quo apparet astrum, oculo in superficie terræ posito, & illum in quo appareret ei qui in centro terræ versaretur, posito quòd terra esset diaphana; ita ut dicamus quod quoties semidiameter terræ est tantum trigesima pars distantiæ, verbi gratiâ, lunæ à terra, possit quidem judicium aliquod ferri de distantia lunæ; ita etiam quando similem habet rationem distantia oculorum inter se ad distantiam objecti, idem dicendum est. Et sicut quia semidiameter terræ non habet sensibilem rationem ad distantiam solis, ideo est periculum erroris in æstimanda ejus distantia, quia vel minimus error in observatione angulorum factus, intolerabilem errorem producit in æstimatione distantiæ. Idem proportionaliter dicimus in Geodesia, quoties nempe metiri volumus aliquam longitudinem, formamus triangulum aliquod, cujus angulos metimur, & unum latus, & ex iis cognitis deducimur in cognitionem aliorum laterum; si tamen latus quod nobis datur tanquam mensura, ut ita dicam, cæterorum, sit nimis parvum, nec habeat notabilem rationem ad reliqua, erit maximum errandi periculum, neque aliquid certi statui poterit.

PROPOSITIO III.

De objecti obliquè spectati distantia minus certum judicium ferri potest, quam de distantia directè spectati.

Sint oculi A & B spectantes directè objectum C, ita ut sint axes AC, BC æquales. Divisaque linea AB bifariam in E, sit EC distantia objecti C. Sit aliud objectum D, obliquè spectatum, cujus distantia ED, sit æqualis distantiæ EC. Dico certius judicium ferri de objecto C quam de objecto D.



Per tria puncta ACB describatur circulus ACB cujus centrum F, & quia in triangulis AEC, BEC, singula latera sunt singulis lateribus æqualia (*per* 7. 1. *Eucl.*) erunt anguli AEC, BEC æquales, ergo recti. Cum ergo linea AB sit divisa bifariàm in E, & EC sit perpendicularis ad eam (*per Cor.* 1. 3. *Eucl.*) in EC erit centrum F, & linea EC (*per* 7. 3. *Eucl.*) erit maxima omnium, & ideo major quam EG, erat autem ED æqualis ipsi EC; ergo EG minor est quam ED. Ducantur lineæ AG, BG. (*per* 21. 3. *Eucl.*) anguli ACB, AGB, sunt æquales: sed angulus AGB, (*per* 21. 1. *Eucl.*) major est angulo ADB; ergo angulus ACB major erit angulo ADB, sed (*per Cor.* 2. 2. *hujus*) quando angulus in objecto minor est eo; axes sunt magis paralleli & judicium de distantia petitum ex duplici visione minus certum est; ergo de objecti obliquè spectati distantiâ minus certò judicamus, ac de distantia objecti directè spectati, æqualiter distantis quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Quando anguli comprehensi sub axibus opticis & sub linea connectente centra oculorum sunt æquales, axes optici etiam sunt æquales, & de objecti distantia certiùs judicium ferri potest. Ut si sint anguli CAB, CBA æquales (*per* 6. 1. *Eucl.*) erunt latera AC, BC æqualia, & per hanc propositionem certius judicium ferri poterit, de objecti distantia.

Pariter si concurrant axes optici ad punctum quodcumque I lineæ EC, perpendicularis ad lineam AB connectentem centra oculorum & eam dividentis bifariàm in E, erunt inquam axes optici æquales, in quocumque autem alio puncto concurrant extra dictam lineam, erunt semper inæquales, quod ita patet per se ut pigeat demonstrare.

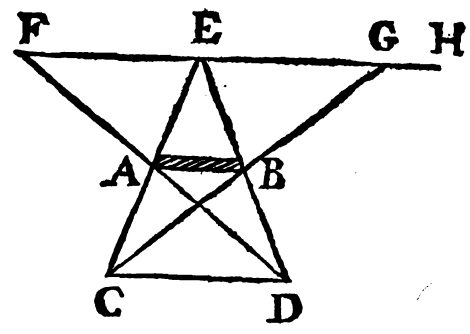
Aliqui optici hic comparant diversimode hujusmodi axes opticos, quandonam sunt æquales vel inæquales, sed puto rem esse valde inutilem in ordine ad eam materiam de qua hic agimus. Ideoque hujusmodi demonstrationibus quas difficile non esset hic congerere, ut inutilibus abstineo.

PROPOSITIO IV.

Theorema.

Corpus opacum, axibus opticis comprehensum nullam partem objecti omninò tegit, aliquam tamen nonnihil obscurat.

Sit corpus opacum AB, quod ita disponatur ut axibus opticis CE, DE comprehendatur, & illos non intercipiat: dico totum objectum FG videndum esse.



Probatur quia corpus opacum AB non impedit quominus axes optici in idem omnino punctum E dirigantur ex suppositione; ergo objectum EH videbitur ab oculo D; sicut totum objectum EF videtur ab oculo C. Ergo nihil est quod non videatur ab alterutro oculo. Ducâtur lineæ CBG, DAF, dico objectum FG non nihil obscurari, illud enim objectum videtur obscuriùs, quod ab uno tantum oculo spectatur; quàm quod duobus oculis simul videtur; sed totum objectum FG tale est; ergo non

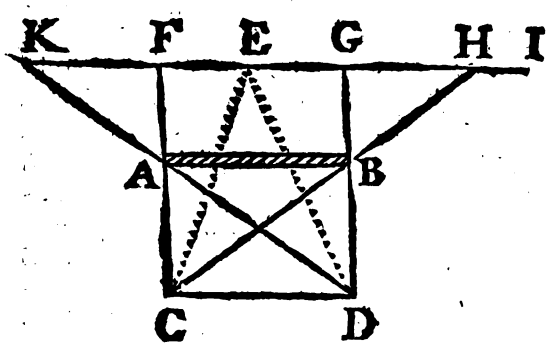
non nihil obſcuratur, ab illa interpoſitione corporis opaci; quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO V.

Theorema.

Si corpus opacum excedat axes opticos, aliquid objecti latebit, aliquid uno tantum oculo videbitur, & aliquid ambobus.

Sit corpus opacum A B quod excedat axes opticos C E, D E, ducantur radii D B G, C A F,



C B H; dico partem objecti F G nullo modo videri poſſe, partem G H, & ſimilem ex alia parte videri non poſſe, niſi ab uno oculo; alias ab utroque oculo videri poſſe.

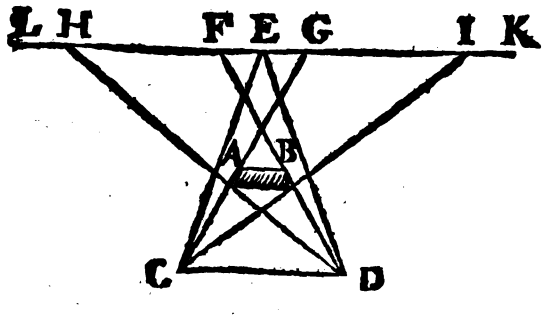
Probatur. Oculus C nullo modo videt partem F H, corpus enim opacum intercipit omnes radios qui inter C H & C F cadere poſſent; pariter oculus D non videt partem K G, quæ duæ partes habent communem F G; ergo F G à neutro oculorum videri poteſt, G H autem & F K ab uno tantum videbuntur; aliæ partes objecti ab utroque oculo videbuntur.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

Corpus opacum minus, quàm ſit intervallum axium opticorum, ita tegit objectum, ut partes mediæ, & extremæ objecti ab utroque oculo ſpectentur, reliquæ ab alterutro.

Sit corpus opacum A B, minus intervallo interjecto inter axes opticos C E, D E. Ducantur



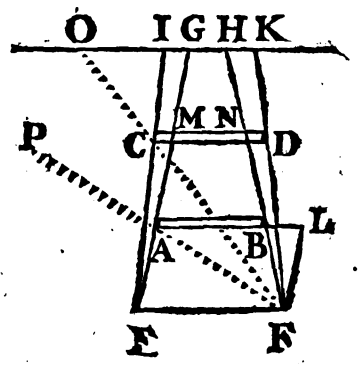
radii D B F, D A H, item C B I, D A H. Dico partem F G mediam ab utroque oculo videri, item partes I K, L H, extremas. Addo partes G I H F, ab uno tantum oculo videri.

Demonſtratio. Oculus C videt totum objectum exceptâ parte G I interceptâ inter radios extremos C B I, C A G, oculus D videt item totum objectum exceptâ parte H E; Ergo totum objectum videtur ab utroque oculo, exceptis partibus H F, G I quæ ab uno tantum oculo ſpectantur, ideoque non ita clarè videntur, ac cæteræ: quod experientiæ congruit.

PROPOSITIO VII.

Si corpus opacum minus fuerit lineâ conjungente centra oculorum, quò propius fuerit oculis, eò minorem partem objecti teget; eò majorem, quo ab oculis removebitur.

Sit corpus opacum A B, quod ſit minus linea E F conjungente centra oculorum, ſeu diſtantiâ



oculorum inter ſe, & in ea poſitione tegat partem objecti G H; dico ſi idem corpus opacum removeatur ab oculo, ita ut ſit in C D, quòd majorem teget objecti partem, verbi gratia, I K.

Demonſtratio. Cum A B, ſit minor quam E F ſumatur A L æqualis ipſi E F, ducaturque linea F L. Erunt lineæ E A, F L conjungentes A L, & E F æquales & parallelas, (ſuppono enim A B, E F parallelas eſſe) erunt inquam (*per 33. 3. Eucl.*) parallelæ; quare (*per 29. 1.*) linea F B, cum E A concurret ad partes G: quare erit M N minor quam A B, ſumatur C D ipſi A B æqualis. Cadent lineæ E C I, F D K, extra lineas F B H E A G; ergo pars objecti I K quæ tegitur à corpore opaco poſito in C D, major erit, parte G H ejuſdem objecti, quæ tegitur ab eodem corpore poſito in A B. Addo è contra quod major pars tegitur reſpectu unius oculi F, dum corpus opacum eſt in A B, quam dum eſt in C D, ut manifeſtum eſt ductis lineis F C O, F A P.

PROPOSITIO VIII.

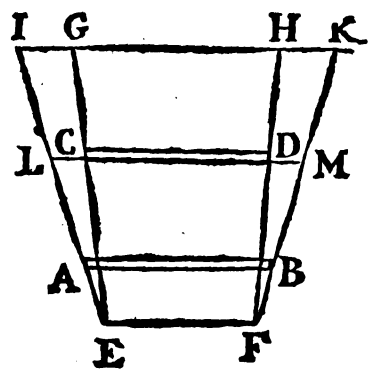
Theorema.

Si corpus opacum majus fuerit oculorum diſtantia, quò propius erit oculis, eò majorem teget objecti partem.

Sit corpus A B, majus lineâ E F diſtantia oculorum; dico ſi propiùs oculos admoveatur, verbi gratiâ, in A B, majorem objecti partem teget, utrique oculo, quam ſi eſſet in C D.

Demonſtratio. Cum A B ſit major quam E F, illique ſupponatur parallela; radii E A, B F, concurrerent

rerent ad partes E F, ſi producerentur, ideoque in C D magis diſtant inter ſe, quam in A B, erit igi-



tur L M major quam A B, & conſequenter quam C D; quare radii per extremitates C, & D ducti, nempe radii EC, FD cadent intra radios E A, EB: unde linea I K quæ tegitur à corpore A B, vicino oculis, major erit quam GH quæ tegitur à corpore poſito in C D.

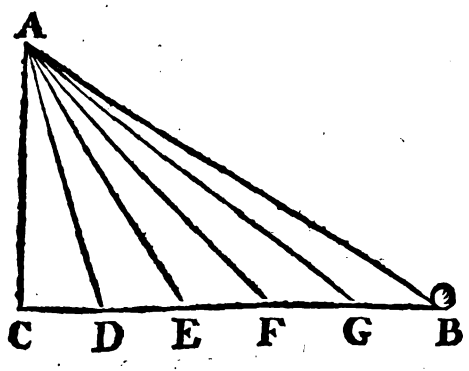
PROPOSITIO IX.

Theorema.

Diſtantiam objecti ab oculo, etiam unus per vicina corpora cognoſcit.

Diximus aliàs unum oculum, per ſe diſtantiam etiam valdè parvam objecti, non poſſe videre, neque æſtimari poſſe à potentia æſtimativa, vi illius affectionis quam ſentit à viſione. Diximus item ex inclinatione duorum axium opticorum poſſe tantum diſtantias aliquas minores æſtimari, nunc addo ex interjectis corporibus, non quidem in lineam rectam, ab oculo ad objectum; poſſe ſæpè ſufficienter ab uno, aut duobus oculis diſtantiam objecti æſtimari.

Sit igitur oculus A, objectum B, ſitque horizontale aliquod pavimentum C B, cui inſiſtant



varia corpora, certo ordine diſpoſita, quæ etiam ab eodem oculo A videantur. Dico ex corporibus C, D, E, F, G, poſſe cognoſci diſtantiam AB, aut C B. Videntur enim corpora C D E F G & eorum magnitudo, quæ magnitudo, omnium nempe, ſimul ſumptorum, æqualis eſt diſtantiæ C B; ergo bene ex iis internoſcitur diſtantia C B. Iudicamus autem facilè eadem corpora poſſe interjici inter A & B, unde & de illa diſtantia AB, vi illius cognitionis quam haurimus ex viſione corporum C, D, E, F, G. Nam cùm ſpatium ſit quædam capacitas recipiendi corpus, nempe objectum B diſtare tot pedibus ab oculo A, nihil fit niſi interjici poſſe inter oculum, & objectum corpus tot pedes longum; illa autem capacitas per ſeipſam viſibilis non ſit, non poterit de illa certius ferri judicium, quàm per viſionem corporum interjectorum. Cum autem ea non poſſint interjici directè ſeu ſecundùm lineam AB, (impedirent enim viſionem) debebunt interjici ſecundùm aliquam aliam vicinam lineam.

Licèt autem appoſuerim exemplum horizontalis plani, id tamen etiam accidet in omnibus aliis planis. In quo notandum eſt quod certius erit judicium ſi corpora interjecta ſint ſimilia, æquali intervallo inter ſe diſſita, tunc enim ex prima corporum illorum diſtantia, & magnitudine, de aliorum etiam diſtantia inter ſe, & magnitudine judicamus, & conſequenter de toto ſpatio interjecto. Ita porticus alicujus longitudinem facilè concipimus, ex feneſtrarum numero, & diſtantia inter ſe, quarum prima ferè directè viſa, nos in aliarum cognitionem deducit. Ita in hortis ambulacrorum longitudinem metimur & conſequenter diſtantiam corporis in eorum extremitate poſiti, ex arborum ordine conſitarum numero; & ita facilè ut hujuſmodi objecta eadem ratione depicta licet in eodem plano, longitudinem tamen aliquam nobis exhibeant. Confirmatur autem ex eo, quod ſi de nocte in extremitate alicujus porticus, ſit aliqua fax accenſa, quia non videntur ſatis corpora intermedia vix judicium ferimus de diſtantia illius facis.

PROPOSITIO X.

Theorema.

Ex nota rei magnitudine, diſtantiam colligimus & viciſſim.

Hæc æſtimatio diſtantiæ per magnitudinis jam cognitæ viſionem, non ſolius eſt oculi, ſed pertinet ad æſtimativam. Nihilominus experientiâ compertum eſt, dum hominem à longè videmus tanquam pumilionem aliquem, nos ſubitò apprehendere maximam ejus diſtantiam; ita dum in nubibus aquilam notæ magnitudinis, vix paſſerculum æquare videmus, judicamus eam eſſe multùm ſublimem.

Item ex partium quibus conſtat aliquod corpus confuſione, aut diſtinctione devenimus in cognitionem diſtantiæ. Cum enim ſemper experti ſimus, ea quæ poſtea deprehendimus maximè à nobis diſtare, confusè & ſine ulla diſtinctione partium conſpici, ita ut prout ad ea accedimus partes ſingulæ diſcernantur, ab invicem; inde quoties objectorum minutas partes non diſtinguimus, diſtantiam aliquam apprehendimus; viciſſim etiam magnitudinem ex diſtantia colligimus.

PROPOSITIO XI.

Theorema.

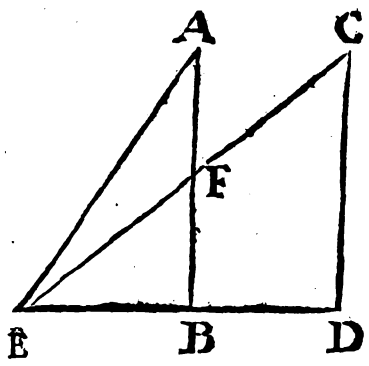
Magnitudinum æqualium, & ſimiliter oculo oppoſitarum quæ minus diſtat major apparet.

Sint duæ magnitudines AB, DC ſimiliter oculo oppoſitæ, ſeu parallelæ, & æquales, ſitque AB vicinior oculo E; dico AB majorem viſum iri, ducantur lineæ EA, EC.

Demonſtratio,

Digitized by Google

Demonſtratio. Illa magnitudo major apparet; (ſecludo ratiocinationem quæ fieri poſſet circa



diſtantiam) cujus imago major eſt in retina, & quæ apparet ſub majori angulo (*per axioma* 6.) ſed AB apparet ſub majori angulo, quam C D, cum enim lineæ BF, CD ſint parallelæ erit (*per* 4.6.) ut E B ad E D; ita B F, ad DC, ſed EB minor eſt quam ED, cum ſit eius pars, ergo & BF minor erit quam DC, ergo debebit produci ulterius BF ut ſit BA æqualis ipſi DC, quare erit angulus AEB major, quàm angulus CED, ergo AB major apparebit quam DC.

PROPOSITIO XII.

Theorema.

Magnitudines ſimiliter oculo oppoſitæ, & apparenter æquales, ſe habent ut diſtantiæ.

Sint duæ magnitudines CD, BF, ſimiliter oculo oppoſitæ, & quæ appareant æquales; dico illas ſe habere inter ſe, ut diſtantias.

Demonſtratio. Magnitudines BF, DC ſunt ſimiliter oppoſitæ, hoc eſt ſunt parallelæ inter ſe, ſunt apparenter æquales, ſeu videntur ſub eodem angulo CED, igitur (*per* 4.6.) ita eſt BF ad CD, ſicut diſtantia EB ad diſtantiam ED quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XIII.

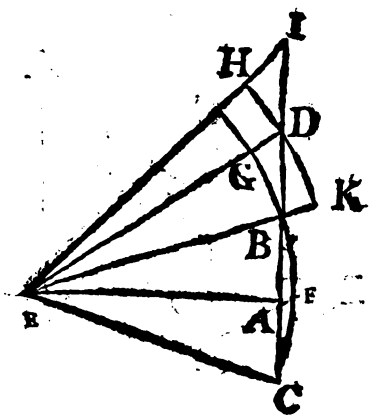
Theorema.

Ejuſdem quantitatis partes æquales, & æqualiter à perpendiculari diſtantes, æquales aparent, inæqualiter verò à perpendiculari diſtantes, inæquales; & quæ magis diſtat minor apparet.

Sint ejuſdem magnitudinis DC, partes AB, AC æquales & æqualiter à perpendicuiari EA, diſtantes; dico eas apparere æquales. Sint item partes BD, BA inæqualiter à perpendiculari EA diſtantes; dico eas apparere inæquales, & A B videri majorem.

Demonſtratio. Cum linea E A ſupponatur perpendicularis ad D C, erunt anguli EAC, EAB æquales, & cum in triangulis EAC, EAB latus EA ſit commune, & latera AB, AC æqualia; erunt (*per* 4. 1.) omnia æqualia, ergo & anguli BEA, CEA, ergo imagines magnitudinum AB, AC in retina expreſſæ æquales erunt, quod erat primum.

Secundò cum in triangulo EAB, angulus A rectus ſit, atque adeo ſit maximus in eo triangulo



erit (*per* 18.1.) latus AB majus latere EA. Item cum in triangulo EBA, angulus A ſit rectus, erit angulus EBA acutus, igitur angulus EBD obtuſus erit, quare in triangulo EDB (*per* 18.1.) erit latus DE, majus quam E B; quare ſi ex oculo E tanquam centro intervallo E B deſcribatur circulus, cadet in punctum F extra triangulum, & in punctum G intra triangulum. Se habet autem angulus BEA, ad angulum GEB, ut ſector BEA, ad ſectorem GEB (*per* 28. 6. ſed triangulum B A E, minus ſectore FEB, minorem habet rationem ad ſectorem BEG, & adhuc minorem ad triangulum DEB quod majus eſt ſectore G E B, quam ſector FEB ad ſectorem BEG, ergo minor eſt proportio trianguli AEB ad triangulum BED, quàm anguli AEB, ad angulum BED. Sed triangulum AEB eſt æquale triangulo BED, ergo major eſt ratio anguli AEB, ad angulum BED, quam ut ſint æquales: ergo AEB angulus major eſt angulo B E D, ergo pars AB, major apparet quam BD.

Sit adhuc alia pars DI æqualis ipſi BD; dico illam adhuc minorem apparere quam BD, hoc eſt angulum BEG majorem eſſe angulo GEH, quod demonſtrabitur eodem prorſus modo ſi nempe ex E, ut centro intervallo ED, deſcribatur circulus IDH, oſtendam enim pariter lineam E I majorem eſſe quam ED & ED quam EB.

COROLLARIUM.

Major eſt ratio anguli BEA ad angulum BED, quàm lineæ AB ad lineam BD: oſtendimus enim majorem eſſe rationem anguli B E A ad angulum BED, quàm trianguli AEB ad triangulum BED, ut autem triangulum ad triangulum, ita baſis A B ad baſin BD (*per* 1. 6. *Eucl.*) igitur major eſt ratio anguli BEA ad angulum BED, quam baſis AB ad baſin BD; quod erat oſtendendum.

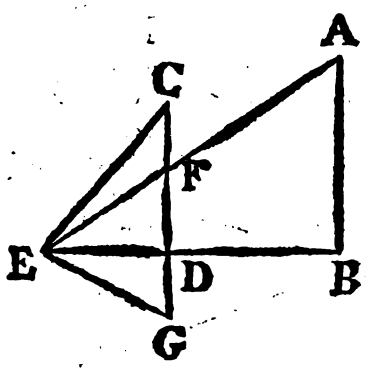
PROPOSITIO XIV.

Si æquales quantitates ex inæquali diſtantia videantur, aliquando major erit ratio diſtantiæ majoris, ad minorem, quam apparentis magnitudinis, quantitatis remotioris ad magnitudinem apparentem quantitatis vicinioris, aliquando eadem erit ratio.

Sint qnantitates æquales A B, C D, ſpectatæ ab oculo E, ita ut ſint parallelæ AB, C D: dico majorem eſſe rationem diſtantiæ E B, ad diſtantiam ED, quam apparentis magnitudinis, ſub

Digitized by Google

qua videtur quantitas A B ad apparentem magnitudinem ſub quà videtur CD, poſito quòd utra-



que magnitudo ſit tota ex eadem parte perpendicularis, ponatur EB diſtantia eſſe dupla diſtantia ED, non tamen magnitudo CD apperebit dupla magnitudinis AB, ſeu angulus CED non erit duplus anguli FED.

Demonſtratio. (*per cor. præcedens*) major eſt ratio anguli FED ad angulum FEC, quàm lineæ FD ad lineam FC. (*ergo per* 28. 5. *Eucl.*) major eſt ratio totius anguli CED ad angulum FEC, quam totius lineæ CD ad lineam CF. Cum ergo major ſit ratio totius anguli CED ad ablatum CEF, quàm totius CD ad ablatum CF, erit minor ratio totius CEF ad reliquum FED, quam totius CD ſeu AB ad reliquum FD. Sed ut AB ad FD, ita EB diſtantia ad diſtantiam ED, (*per* 4. 6.) ergo major erit ratio diſtantiæ EB ad diſtantiam ED, quàm anguli C E D ad angulum F E D. Hoc eſt etiamſi diſtantia EB, eſſet, verbi gratiâ, dupla diſtantiæ ED, angulus CED, non eſſet duplus anguli FED.

Hoc autem otitur ex eò quòd, licèt pars FD, dimidia lineæ CD, aut AB, ſit prope perpendicularem, eo modo, quo linea AB, pars tamen FC, removetur magis à perpendiculari in ordine ad angulos, ideoque non ſubtendit angulum æqualem, ſed minorem. Unde opus fuit aliqua reſtrictione in propoſitione, ſi enim ſumeretur linea FG, æqualis ipſi AB, ita ut perpendicularis ED, eam dividat æqualiter; in tali caſu, eadem eſſet ratio anguli FEG ad angulum FED; quæ eſt lineæ AB ad lineam FD, ut autem anguli ſub quibus res aliqua videtur, ita ſe habent imagines in retina expreſſæ, & apparentes rerum imagines. Dicendum igitur vix accidere poſſe, ut ſit eadem ratio diſtantiarum, ac magnitudinum apparentium reciprocè, ſed majorem eſſe rationem magnitudinum, ſi fiat comparatio majoris diſtantiæ ad minorem. Quod dixi de duabus magnitudinibus æqualibus, intelligendum eſt de eadem quantitate in diverſis locis poſita.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

Quæ ſub inſenſibili angulo videntur inſenſibilem habent apparenter magnitudinem.

Objectorum imagines in oculo ſe habent, ut anguli ſub quibus videntur, & inſuper magnitudines rerum apparentes eodem modo ſe habent, ac imagines (*per* 3. *axioma*) ergo ſi angulus ſub quo videtur aliquod objectum ſit inſenſibilis; tam imago, quam apparens rei magnitudo inſenſibilis erit, & non videbitur viſione, nempe quæ ipſam diſtinguat ab omni alio. Omnis enim viſio ſenſibiliter diſtinguens unum ab alio, oritur ab imagine in retina expreſſa, quæ ſenſibiliter diſtinguatur ab imagine alterius rei, illa autem non eſt ſenſibiliter diſtincta ab omni alia quæ inſenſibilem habet magnitudinem. Illa vero inſenſibilem habet magnitudinem, quæ ab angulo inſenſibili producitur. Non eſt tamen diſſimulandum hanc propoſitionem ita probatam videri ſupponere, id quod probandum eſt, poſſet enim aliquis facilè quærere; quis ſit angulus inſenſibilis, cum enim angulus per ſeipſum non percipiatur, à ſenſu, niſi in quantùm efficit viſionem objecti, à quo procedit, ille angulus inſenſibilis erit, qui producet imaginem, vi cujus determinari non poterit oculus ad aliquam ſenſationem. Quæ propoſitio ita intellecta non multùm abeſt ab identica, & nihil omnino docet: reſtat enim integrum dubium, an detur hujuſmodi angulus, ita parvus, ut incurrendo in retinam, imaginem quidem producat; ſed ineptam, ad ſenſum movendum; unde puto hujuſmodi rationem petendam non eſſe ex proportionibus mathematicis, ſed aliquid etiam è phyſicâ accerſendum eſſe.

Hæc difficultas oritur ex diviſione continui, in infinitum: ſi enim ſemel admittamus continuum conſtare punctis, ita ut non ſit diviſibile in infinitum, evaneſcit omnis difficultas. Illud enim objectum quod tale eſt, ut videatur ſub angulo ita parvo, ut non tantum radii ab ipſo emiſſi incurrant in idem punctum retinæ, ſed etiam radii ab alio objecto vicino emiſſi; illa inquam objecta per modum unius videbuntur, neque oculus poterit ea inter ſe diſtinguere; ideoque ſi retina mille tantum punctis conſtet, impoſſibile eſt, ut pluſquam mille objecta diſtinguat. Illud ergo objectum cujus imago non ita punctum aliquod retinæ ſibi vendicat, ut excludat ab eodem puncto imaginem alterius objecti, tale eſt; ut diſtingui non poſſit ab alio objecto vicino. Qui modus explicandi confirmari poſſet facilè experientiâ, quoties accidit, ut objecta non uniant perfectè radios ad idem objectum pertinentes in eadem parte retinæ, eſt confuſio talis; ut objecta quorum radii in eandem partem retinæ incurrunt, videantur quaſi unum objectum, ergo etiam ex hypotheſi, quod retina conſtet numero determinato punctorum; dabitur angulus viſorius, ita parvus, ut objectum, quod ſub illo videbitur diſtingui non poſſit ab omni alio.

Quia tamen hæc hypotheſis eſt obnoxia multis tricis, ſapitque potiùs præciſionem metaphyſicam, quam phyſicum principium, cui tanquam cauſæ inniti poſſit effectus phyſicus, ideo eam ſic phyſicam reddamus. Sive quantitas conſtet partibus in infinitum diviſibilibus, ſive indiviſibilibus; corpora tamen viventia, quæ conſtant partibus heterogeneis, habent ſua minima naturalia, ita ut minor pars ſeorſim ſumpta, non poſſit cenſeri pars viventis, nec habeat ſola, id quod requiritur ad ſenſationem exercendam. Eſſentialiter enim anima eſt actus corporis organici, quod ut meliùs percipiatur, intelligatur ſenſatio tanquam motus aliquis localis, organum autem conſtet quaſi aliquibus fibris, & chordis, quarum partes ita ſint diſpoſitæ, ut aliquæ moveri non poſſint, quin tota fibra moveatur, licèt duo motores diverſas

diversas partes ejusdem fibræ impellant; unicus tamen totalis motus producetur; cum enim nullum mobile diversis motibus moveri possit, & fibræ istius partes, ita dispositæ sint, ut una non moveatur, quin alia similem motum habeat, ita licèt diversæ partes à diversis motoribus agitentur, unicus, & idem motus exurget, qui si esset repræsentativus suorum motorum, necessariò hi duo motores, seu duo objecta, licèt in diversas partes agant, per modum tamen unius totalis objecti, sine ulla distinctione repræsentabuntur. Quod autem dixi explicationis causâ de motu locali, intelligendum est de quacumque actione vitali, quæ talis est naturæ, ut exigat organum determinatæ magnitudinis, in quo per modum unius exerceatur tota actio, nec possit exerceri in una parte, quin in totali organo exerceatur: igitur quæcumque illius parvi organi, seu minimi naturalis particula attingatur, exercebitur actio illa vitalis in toto organo.

Si modus ille explicandi alicui non arrideat, (rem enim physicam explicamus, quæ ita exactè demonstrari non potest,) hic forsitan magis placebit.

Suppono autem id quod puto facilè mihi concedendum; licèt crystallinus, & alii humores satis perfectè sint sphærici, non tamen ita perfectè, ut mathematicè nullo modo à tali figura exorbitent; immò puto lentes vitreas ab artifice mediocri elaboratas longè præcisiorem habere figuram, quàm habeant isti humores; id autem facilè suadebo, si tantum inspiciantur tunicæ, quibus humores continentur. Neque enim dabitur ulla lens vitrea mediocriter elaborata, quæ tot rugis exasperetur, quot fibris protuberant hujusmodi tunicæ. Addo ulteriùs quòd licèt perfectè in sphæram abirent, non tamen in eodem prorsus puncto mathematico ejusdem objecti radios unirent; sola id præstat hyperbola, quam figuram licèt aliqui crystallino tribuere velint, facilè tamen mihi concedent à mathematica præcisione longiùs abesse. Quo semel posito principio, facilè propositionem meam demonstro, tunc tantum distinguitur unum objectum ab alio, cum eius imago ita distinctum locum occupat in retina ut nullius alterius objecti imago in eundem locum incidat; sed si objectum non uniat radios perfectè nisi in uno puncto physico, impossibile erit, ut quodcumque punctum objecti, distinctam producat visionem sui, ergo poterit dari tam parvum objectum visum sub tam parvo angulo, & occupans tam parvam retinæ partem, ut objectum vicinum eandem partem sensibilem retinæ attingat: ergo objectum sub quocumque minimo angulo spectatum videri non poterit, visione, quæ ipsum distinguat, ab omni alio; dum vero objectum majus est, ita eius imago in retina depingetur, ut alterius objecti imago illi ex toto, aut saltè sensibiliter non congruat.

Affero adhuc alium modum explicandi, desumptum ex intensione, & remissione luminis. Suppono autem id quod jam probatum est, necessarium esse, ut ab objecto, ad oculum radius luminis emittatur, ita ut lumen quodcumque in objectum incidens, inutile sit ad visionem, nisi ad oculum remittatur, addo insuper quod quò minus erit intensum illud lumen, eò minus lucida erit imago, immo quod tam remissum possit esse illud lumen, ut nullam omnino visionem efficiat. Jam probandum incumbit; eò quòd minuatur angulus visorius, minui etiam intensionem luminis, unde facilè concludam, tam parvum posse esse hunc angulum, sub quo videtur aliqua pars objecti, ut omnino videri non possit. Certum est autem radios à diversis partibus objecti remissos, si uniantur, fieri intensiores, quomodocumque id explicetur, modò non inquiro; certâ enim constat experientiâ radios solares ad diversas lentis convexæ, aut speculi concavi partes appellentes, si remissi uniantur in puncto foci, ita potentes evadere, etiam intensivè, ut ignem generent. Unde concludo, quòd si in eodem puncto sensibili retinæ, adunentur radii luminis reflexi à pluribus objecti partibus validius, & intensius erit lumen, quam si in eâdem parte retinæ solum adunarentur radii à paucioribus partibus objecti procedentes; & quò pauciores erunt radii, eò debilius erit lumen: ergo tam parvum poterit esse objectum, ut lumen quod ab illo solo repercutitur sit ad visionem producendam inutile, & ineptum: ergo non quilibet parvus angulus sufficit ad visionem producendam.

Quod confirmari potest ex eo quòd, objecta ut plurimum non habeant superficiem æquabiliter fusam, ita ut nullæ partes protuberent, sic enim non remitterent lumen à sole acceptum nisi in unam partem, & consequenter non viderentur, nisi ex uno, & determinato loco; ut experimur in speculis lævigatis, quæ nisi oculus incurrat in radios reflexos non videt, nisi ad modum alicujus corporis nigri. Hoc tribui non potest alteri causæ, nisi quòd radios luminis necessarios ad visionem non remittant in omnem partem, sive species visibiles, quas multi insuper requiri volunt ad visionem, nunc tantum concludo quamlibet partem sensibilem, & visu perceptibilem, lumen remittere in omnem partem, ex quo sequitur, eam constare diversis superficiebus, & facieculis, ut observentur in iis leges consuetæ reflexionis; ergo non quæcumque pars minima prout separata visibilis est, non enim quælibet constat infinitis superficiebus. Quod adhuc si admittatur, ex hujusmodi reflexione luminis in omnem partem, sequitur debilitatio, si spectetur lumen ab una tantum parte repercussum, ut in speculo convexo experimur, quod quia dispergit lumen, ejus etiam intensionem minuit. Quare si spectetur lumen reflexum à parte aliqua valde minuta, tam debile esse poterit, ut vi illius videri non possit objectum, quod si intenderetur lumine ab alia parte te vicina, posset determinare oculum ad hujusmodi partes objecti percipiendas per modum objecti unius.

Nonnullam forsitan in hoc puncto patientur difficultatem, qui omnem vim motivam, & determinativam oculi ad videndum, tribuunt speciebus visibilibus, quas ita volunt esse affixas suis objectis, ut species objecti, verbi gratiâ, albi A, sit inutilis ad videndum objectum non tantum nigrum; sed etiam inutilis ad videndum objectum album B, unde vix in illa hypothesi satis explicare possunt quomodo parvitas objecti nocere possit visioni. Si enim extensio objecti non juvat ad visionem, neque parvitas nocebit, sed ex ipsis extensio non juvat; nam ad hoc ut extensio juvaret deberet pars A, verbi gratiâ, habere majores vires ad producendam speciem suam, ex conjunctione cum parte B vicina; sed non habet majores vires nisi pars B, concurrat ad productionem speciei partis A, sed nolunt concurrere. Species enim est repræsentativa secundùm illos, objecti

à quo

à quo producitur, neque fieri poteſt, ut duo objecta eandem ſpeciem producant, ego quidem nonnihil ſum alienus ab hujuſmodi ſpeciebus, & inferius afferam quid pro illis, quid contra illas dici poſſit. Ne tamen hanc matheſis partem ita addicam uni opinioni, ut aliis hypotheſibus explicandis ſit inutilis, etiam hunc nodum mihi ſolvendum ſuſcipio.

Et quæro quid fiet ſi duæ ſpecies, ſive ejuſdem rationis, ſive diverſæ in eandem partem retinæ incurrant, una objecti A, altera objecti B, quod verò id accidat per ſe patet: nam qui trans vitrum rubeum aliquid ſpectant, in eadem parte retinæ, tam vitri quam objecti ſecundùm illam hypotheſin, ſpecies in eadem parte retinæ excipiunt. In tali autem caſu fit viſio, aut unica aut duplex, parum intereſt; fit viſio inquam confuſa, quæ repræſentabit objectum eſſe rubeum; ergo jam hoc habeo, quòd duæ ſpecies, etiam diverſæ rationis, faciant viſionem confuſam duorum objectorum. Pariter quicumque confusè vident, ut myopes duo objecta ſimul in eodem loco vident, ergo illorum objectorum imagines, ſunt in eadem parte retinæ, iſtæ autem imagines, ſecundùm hanc opinionem ſunt ſpecies; igitur duæ ſpecies poſſunt concurrere ad viſionem duorũ ſimul objectorum per modum unius; ergo etiamſi ſpecies unius tantum particulæ objecti, ita debilis eſſet, ut movere, non poſſit ſufficienter oculum ad viſionem, poterit tamen ſimul cum alia producere viſionem totalem duorum objectorum.

Neque obſtat quod ſpecies unius objecti non poſſit intendere ſpeciem alterius, hoc enim non ſequitur; ſed nemo negabit mihi duo agentia etiam diverſæ ſpeciei poſſe eundem effectum producere, licèt non poſſint concurrere formaliter ad majorem effectum formalem.

Licet enim calor receptus in ea parte in qua eſt forma ſubſtantialis, cum illa, non faciat majorem effectum formalem, poterit tamen concurrere ſimul cum illa per modum cauſæ efficientis, ad eundem effectum effectivum.

Quia ſemel limites brevitatis exceſſimus, & res iſta non eſt exigui momenti, aliquid ulterius addam. Poſſet etiam conſiderari radius luminoſus per modum acuminis alicujus, non quod velim aſſerere id ita ſe habere, ſed tantum explicationis gratiâ. Dum pungimur, & dividuntur partes corporis noſtri, ſentimus dolorem aliquem, & quo major erit illa diviſio, eò major erit dolor, ideoque tam parva eſſe poteſt illa diviſio, ut nullus atque adeo inſenſibilis dolor oriatur. Quod manifeſtâ conſtat experientiâ, dum enim modicè calefit manus, exudat humor qui poros aperit, dolorem tamen nullum percipimus. Ita etiam dicere poſſumus, radios luminis aliquam in retina diviſionem facere, ita ut poſſit, tam minutam partem in retina occupare, ut etiam ſi diviſionem aliquam faciat, ea ſit inſenſibilis; ſed quò minor eſt angulus ſub quo objectum videtur, eò minor eſt imago, ſeu minorem in retina locum occupat; ergo tam parvus poteſt eſſe angulus viſorius, ut inſenſibilis ſit illa diviſio, atque adeo nulla ſenſatio.

COROLLARIUM I.

Ex eo colliges quare ut diſtinguamus partes minutas alicujus objecti, magno lumine egeamus, cum enim hujuſmodi partes diſtinguendæ ſunt, ita ſunt collocandæ, ut lumen ab ipſis procedens diſtinctam viſionem efficiat, ſi autem remiſſum eſſet, impotens eſſet ad talem effectum; quia minuta pars ſeorſim ſumpta, parum luminis remittit: ergo ut ſeorſim ſumpta (hoc eſt ſine aliarum auxilio movere poſſit oculum ad diſtinctam viſionem; multum lumen neceſſarium eſt.

COROLLARIUM II.

Colliges ſecundò obiter, quid præſtent microſcopia, & etiam teleſcopia, debent enim augere angulum ſub quo dicuntur objecta, ut ſub ſenſibili angulo videatur illud objectum, quod priùs ſub valde minuto ſpectabatur. Hoc eſt debet augeri imago objecti expreſſa in oculo, ut ſenſibilem ejus partem occupet, cum priùs inſenſibilem tantum obtineret. Debent item plures radios ejuſdem objecti colligere, ut quod ſeorſim ſumptum ſufficientes in oculum non emittebat, jam per collectionem ſufficienter intenſos in retinam uſque immittat.

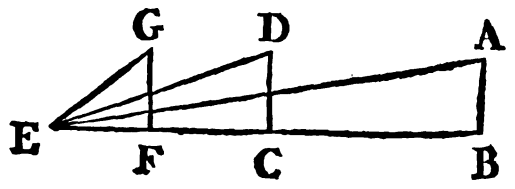
PROPOSITIO XVI.

Theorema.

Quæ in magna diſtantia diſtingui non poſſunt, in parva diſtinguuntur.

Licèt hæc propoſitio probatione nulla indigere videatur; eò quòd manifeſtâ nitatur experientiâ, nihilominus illius ratio aliqua hic reddetur.

Quò minor eſt diſtantia magnitudinis alicujus ab oculo, eò major eſt angulus ſub quo videtur, ita ut ferè ſit eadem ratio anguli, ſub quo appareat in minori diſtantia, ad angulum ſub quo videtur in majori diſtantia, quæ eſt diſtantiæ majoris ad minorem; atque ita hi quatuor termini reciprocè ſe habent, ergo etiamſi angulus ſub quo videtur in majori diſtantia ſit inſenſibilis, angulus ſub quo videbitur in minori diſtantia ſenſibilis erit. Ponamus enim angulum unius minuti ſecundi eſſe primum inſenſibilem, ita ut magnitudo, quæ videtur ſub angulo unius minuti ſecundi, non poſſit diſtingui ab aliis vicinis, ſitque talis quan-



titas AB & angulus AEB unius minuti, unde (*per præcedentem*) magnitudo AB, inſenſibilem habeat magnitudinem apparentem, admoveatur oculo quantitas AB, ita ut ſit in CD, videbitur ſub angulo DEC, qui fere erit duorum minutorum ſecundorum, ſi linea EB, dupla ſit diſtantiæ CE; ergo angulus DEC, erit duorum minutorum ſecundorum: ergo quantitas AB in CD poſita, videtur ſub angulo ſenſibili haberque ejus imago ſufficientem in retina magnitudinem, ad hoc ut ſola, & ſecluſo quocumque alio objecto viſibili videatur. Quod erat probandum.

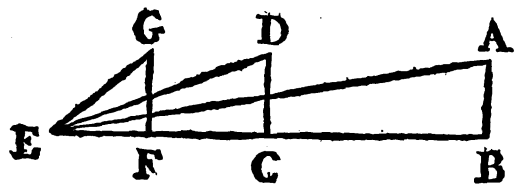
PROPO

PROPOSITIO XVII.

Theorema.

Quodcumque objectum minutum à quocumque oculo distingui non potest.

Cum objectum quodcumque oculo admoveri possit, quantùm libuerit, & in quacumque proportione, videretur etiam sequi nullum esse objectum, ita parvum quod in aliqua distantia videri non possit; sit enim in figura superiori objectum



AB, ita minutum, ut angulus AEB sit centesima pars anguli primò sensibilis, sit EF centesima pars lineæ EB, admoveaturque objectum AB in FG, sequitur quod angulus GEF, erit centuplus anguli AEB, quod erit sufficiens ad hoc ut videatur.

Nihilominus quia (*per 7. precedentis*) ut sit alicujus objecti distincta visio, debent radii ab eadem parte procedentes uniri in eadem parte retinæ. Hoc autem fieri non potest in qualibet distantia: nam ostendimus (*prop. 35. precedentis*) luminosi nimis vicini lenti convexæ radios non uniri, sed aut parallelos procedere, aut etiam à se invicem separari: ergo datur aliqua distantia minima, ita ut objectum minùs remotum ab oculo distincte percipi non possit; ergo illud objectum quod ita minutum est, ut etiam in ea minima distantia, videatur sub angulo insensibili, (*per precedentem*) in tali distantia non videbitur distinctè, cùm ejus imago sit nimis parva. Sed neque videbitur in minori distantia, quia objecta in nimis parva distantia non habent penicillos exactos, & satis, ut ita dicam, acuminatos; ergo datur aliquod objectum, ita minutum, ut ab aliquo determinato oculo, in nullo situ, & distantia distinctè videri possit. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XVIII.

Theorema.

Oculi quorum crystallinus est minoris sphæræ segmentum, objecta minutiora melius distinguunt, quam alii.

Illi oculi quorum crystallinus est magis convexus, seu minoris sphæræ segmentum, ut sunt myopes, melius vident objecta viciniora, quam presbytæ; (*per 13. & 10. huius*) sed quò objectum est vicinius, (*per 10. huius*) eò objectum majus apparet; ergo potest fieri ut aliquod objectum admotum oculo presbytæ in minima distantia in qua videri potest, videatur tamen sub nimis parvo angulo, ad hoc ut magnitudinem apparentem habeat sensibilem. Quod quia admovebitur magis oculo myopis, & in minori distantia; adhuc distinctè videbitur, sub majori angulo spectabitur, & idoneo ad producendam imaginem sensibilis magnitudinis, & aptæ ad visionem distinctam.

COROLLARIUM I.

Ex hoc colliges rationem cur myopes communiter minutioribus characteribus delectentur; immò assignetur tanquam signum ordinarium, & commune abbreviati visûs; quod characteres minutiores exarentur. Cum enim ille qui sit myops bene distinguat, quæ sunt minutissima, ex alia verò parte, magno motu indigeat, ut axe optico percurrat lineam integram; solet etiam sua sponte, & sine reflexione, huic ultimo incommodo obviam ire minutissimè scribendo.

COROLLARIUM II.

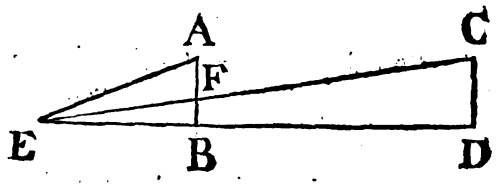
Ex hoc etiam concludo cæteris paribus animalia quibus oculi parvi sunt ea distinguere, quæ alia animalia distinguere non possunt; & bene quidem ita comparata sunt ab authore naturæ Deo; ea enim distiuguere quodlibet animal debet, quibus indiget: majora autem animalia rebus majoribus indigent; neque opus est, ut minuta distinguant, cum ab iis ita separatis nec multum emolumenti, nec damni possint habere. At verò minora animalia, & cibo minori indigent, & ab objectis minutioribus plus damni pati possunt. Ita pulices verbi gratiâ, & pedes suos distinguere debent, & poros etiam minutiores carnis humanæ, ut aculeos suos ad sanguinem sugendum inserant.

PROPOSITIO XIX.

Theorema.

Nullum objectum tantùm est, ut in qualibet ab oculo distantia distingui possit.

Sit objectum quodcumque AB, dico illud objectum in aliqua distantia videri non posse. Ponatur enim illud objectum videri sub angulo quocumque, intelligatur angulus CED ita parvus, ut sit ineptus ad visionem faciendam. Fiatque ut BF ad AB, ita EB ad ED, ducaturque linea CD, parallela lineæ AB. Dico si AB, transferatur in CD, non poterit distingui ab objectis vicinis.



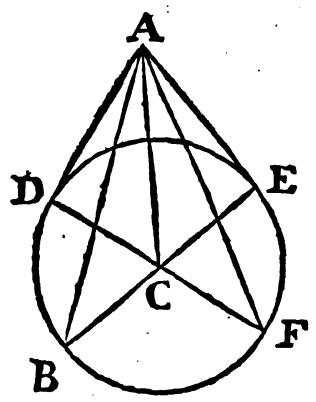
Demonstratio. Ita est BF ad AB, sicut EB ad ED; sed (*per 4. 6. Eucl.*) ut EB ad ED, ita BF ad CD; ergo ita erit BF ad AB, sicut BF ad CD; quare (*per 7. 5. Eucl.*) AB, & CD, sunt æquales. Unde si AB, transferatur in CD, illi quadrabit, & videbitur sub angulo CED: sed angulus CED, suppositus est insensibilis, & ad visionem distinctam producendam inutilis; igitur objectum translatum in CD, non videbitur. Quod de objecto AB probatum est, de alio quocumque objecto probari potest. Ergo nullum est objectum tantum, quod in omni distantia distingui possit ab omni alio, quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XX.

Theorema.

Si oculus collocetur in linea per centrum circuli ducta, & ad ejus planum recta, omnes diametri, & semidiametri illius circuli æquales apparebunt.

Sit linea AC, per centrum circuli transiens, & recta ad ejus planum, in cujus quocumque puncto A, oculus collocetur, dico omnes semidiametros circuli, nempe BC, CD, EC, FC æquales apparere. Ducantur lineæ AB, AD, AE, AF.



Demonstratio. Cum linea AC, sit recta ad planum circuli BDE, (*per 4. def. 11.*) erunt anguli ACB, ACD, ACE, ACF recti, & æquales, quare in triangulis ACB, ACD, ACE, ACF, cum anguli ad C sint æquales, latus AC commune, latera CB, CD, CE, CF, æqualia (*per def. circuli*) erunt (*per* 4. 1.) anguli CAE, BAC, DAC, FAC æquales, quare (*per axioma* 3.) lineæ BC, DC, CE, CF, apparebunt æquales. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXI.

Theorema.

Si oculus distet à centro circuli distantiâ, quæ sit æqualis semidiametro, omnes diametri æquales apparebunt.

In eadem figura sit oculus in A, ita ut linea AC, sit æqualis semidiametro CB, etiam si linea AC sit inclinata quomodocumque. Dico diametros integras, nempe BE, DF apparituras æquales. Ducantur enim AB, AD, AE, AF.

Demonstratio. In triangulo ACE, cum latera AC, CE sint æqualia (*per 5. 1. Eucl.*) erunt anguli CEA, CAE æquales, pariter æquales erunt anguli BAC, ABC; ergo angulus totalis BAE æqualis est duobus ABE, AEB; sed tres anguli trianguli BAE, sunt (*per 32. 1. Eucl.*) duobus rectis æquales: ergo angulus BAE est dimidia pars duorum rectorum, seu angulus rectus. Eodem modo ostendam angulum DAF, rectum esse, quare anguli DAF, BAE, sub quibus videntur diametri BE, DF sunt æquales; igitur (*per 3. axioma huius*) magnitudines apparentes diametrorum, in tali casu æquales sunt. Quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Ex quolibet puncto superficiei sphæræ, extra circumferentiam circuli maximi posito, omnes diametri illius circuli æquales apparent. Quia si à centro illius circuli ducatur linea ad oculum, hæc per definitionem sphæræ æqualis erit semidiametro sphæræ; ergo per hanc omnes diametri circuli illius maximi, æquales apparebunt.

Immo in quocumque puncto superficiei sphæræ ponatur oculus, quæcumque sphæræ diameter, non ducta per hoc punctum, sub angulo recto videbitur.

PROPOSITIO XXII.

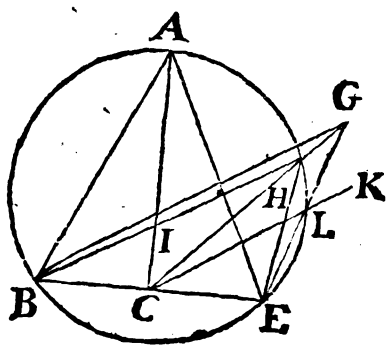
Theorema.

Si linea ab oculo ad centrum circuli ducta cum duabus diametris æquales angulos faciat; illæ apparebunt æquales, si inæquales angulos comprehendat, illa apparebit maior cum quo angulum rectum faciet, modo sit maior semidiametro circuli.

Sit in eadem figura linea AC, quomodocumque incidens in planum circuli BDFE; quæ primo cum duabus diametris BE, DF, angulos æquales faciat nempe sit angulus ACB, æqualis angulo ACD, dico eas diametros apparituras æquales.

Demonstratio. Cum in triangulis ACB, ACD, latera BC, DC sint æqualia, (*per def. circuli*) & latus AC commune, item anguli comprehensi ACB, ACD, ex suppositione sint æquales, erunt (*per* 4. 1.) anguli BAC, DAC æquales. Quia autem anguli ACB, & ACD sunt æquales, erunt pariter reliqui ad duos rectos æquales nempe ACE, ACF; unde similiter ostendam angulos CAE, CAF esse æquales; quare totalis angulus BAE, totali angulo DAF æqualis erit. Ergo (*per 3. axioma hujus*) diametri BE, DF, habent apparentes magnitudines æquales. Quod erat primum.

Jam linea AC, non sit æqualis semidiametro; sed major, & incidendo obliquè faciat cum diametro BE, angulos rectos, cum diametro DF, angulum obtusum ACD. Dico diametrum BE majorem videri. Fiat aliud triangulum ABE, in quo quia supponuntur anguli ACB, ACE, recti ostendam facilè (*per* 4. 1.) bases AB, AE esse æquales. Circa triangulum ABE, describatur circulus (*per* 5.4.) & quia BE, divisa est bifariam, &



AC, est perpendicularis ad illam (*per cor.* 1.3.) in AC, erit centrum circuli, & quia AC major est, quàm BC, erit centrum inter A & C. Fiat angulus BCG, æqualis angulo ACD, sitque CG, æqualis ipsi AC, punctum G, cadet extra triangulum. Nam (*per* 7. 3.) CA, major est quam CH; ducantur lineæ BG, EG, BH, EH.

Demonstra

Demonſtratio. Cum triangula BCG, ACD, ſuperioris figuræ ſint æqualia, latera BC, CD æqualia, & AC, CG, erunt anguli B G C, D A C æquales, pariter oſtendam angulos CGE; CAF eſſe æquales; ideoque totales anguli D A F, BGE æquales erunt. BAE (*per* 21. 3.) æqualis eſt angulo BHE, & hic major eſt angulo BGE, (*per* 21. 1.) igitur angulus B A E, major eſt angulo BGE, & conſequenter angulo DAF, ſuperioris figuræ; igitur diameter BE, major apparebit.

COROLLARIUM I.

Sequitur ex eo, quòd quò major erit inclinatio, eò minor apparebit diameter. Ut ſi daretur alia linea CK, æqualis ipſi AC, facilè oſtenderem, adhuc minorem eſſe angulum ſub quo videretur linea BE, ultimæ figuræ, ductis nempe lineis BK, EK, BL, EL, quas non duxi vitandæ confuſionis gratiâ, quia enim CL, minor eſt, quam CH, adhuc angulus ibi conſtitutus, qui tamen æqualis eſſet ipſi BAE, multò magis ſuperaret angulum BKE.

COROLLARIUM II.

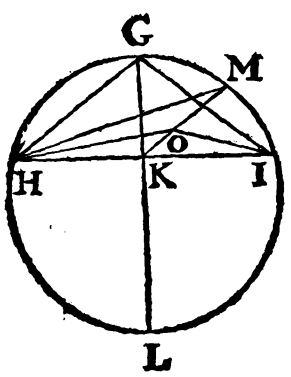
Ex hoc vides rationem quare circulus obliquè ſpectatus videatur eſſe ovalis figuræ, quia nempe linea ducta ab oculo ad centrum circuli perpendicularis eſt ad unam diametrum, & hæc apparet ſub maximo angulo, ad cæteras verò diametros magis, ac magis eſt obliqua; ideo minores apparent, donec ad eam devenias in quam cadit perpendicularis ab oculo in planum circuli demiſſa, illa enim ſub minimo angulo videtur.

PROPOSITIO XXIII.

Problema.

Si linea ab oculo ad centrum circuli obliquè ducta, minor fuerit ſemidiametro ejuſdem circuli; ea diameter ad quam perpendicularis fuerit minima apparebit, & in quam diametrum magis obliquè incidet, ea maior videbitur.

In eadem penultima figura linea AC, ſit minor ſemidiametro circuli CB, ſitque perpendi-



culatis ad HI, & HK, KI, æquales ipſis CB, CE. (*per* 5. 4.) circumſcribatur triangulo HGI circulus. Quia autem KG, ſeu AC, ſupponitur minor quam CB, ſeu KH, centrum circuli non erit in KG, ſed in KL, fiat angulus HKM, æqualis angulo ACB; Sitque KO, æqualis lineæ KG, ſeu AC, punctum autem O cadet intra circulum cum KM, (*per* 7. 3.) major ſit, quàm KG, ducantur lineæ HO, IO, KM, IM.

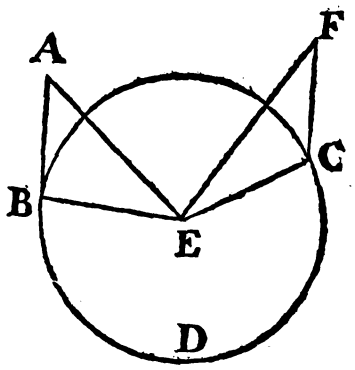
Demonſtratio. In triangulis OKH, ACD, cùm lineæ OK, AC, ex conſtructione ſint æquales, item HK, CD, (ſuppoſuimus enim lineam HI, æqualem eſſe lineæ BE, aut DF,) & anguli HKO, DCA, facti ſint æquales, erunt (*per* 4. 1.) anguli DAC, HOK æquales. Eodem modo oſtendam angulum KOI, æqualem eſſe angulo CAF; igitur totalis angulus HOI, æqualis eſt angulo DAF. Sed angulus HOI, (*per* 21. 1.) major eſt angulo HMI, & angulus HMI, æqualis eſt (*per* 21. 3.) angulo HGI, ſeu angulo BAE: ergo angulus DAF, major eſt angulo BAE. Quare (*per 3. axioma huius*) DF, major apparebit, quam BE. Quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XXIV.

Theorema.

Si ſpectata magnitudo ad planum circuli recta moveatur ſupra eius circumferentiam, & oculus ſit in centro circuli; ſemper æqualis apparebit ſpectata magnitudo.

Sit ſpectata magnitudo AB recta ad planum circuli BCD, quæ moveatur ſupra ejus circum-



ferentiam; ſitque oculus in ejus centro E; dico magnitudinem AB, ſemper habituram apparentem magnitudinem æqualem. Ponatur enim hæc magnitudo eſſe in CF, ducanturque lineæ BE, EC, item EA, EF, debeo tantum probare angulos AEB, FEC ſub quibus videtur magnitudo AB eſſe æquales.

Demonſtratio. In triangulis ABE, FCE cum latera AB, FC ſupponantur æqualia, eſt enim FC ipſa AB tranſlata in C, item latera BE, EC æqualia (*per def. circuli*) & anguli ABE, FCE, recti & æquales (*per* 4. 1.) erunt anguli AEB, FEC æquales. Quod erat demonſtrandum.

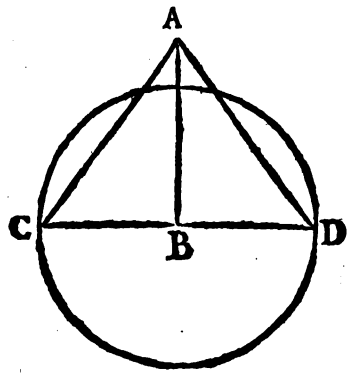
Digitized by Google

PROPOSITIO XXV.

Theorema.

Si magnitudo in centro circuli erecta ſit perpendiculariter, & oculus moveatur in circumferentia circuli, magnitudo ſemper apparebit æqualis.

Sit magnitudo AB, erecta perpendiculariter in centro circuli B. Oculus autem, moveatur in

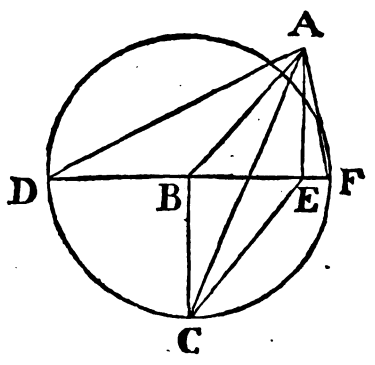


circumferentia circuli. Sitque ſucceſſivè in C, & D. Dico magnitudinem AB videri ſub eodem angulo in C & D, ſeu angulos ACB, ADB æquales eſſe.

Demonſtratio. In triangulis ACB, ADB, cum latus AB ſit commune, & latera BC, BD (*per def. circuli*) ſint æqualia, & anguli ABC, ABD ſint æquales, utpote recti, erunt (*per* 4. 1.) anguli ACB, ADB æquales; quod erat demonſtrandum.

LEMMA.

Si linea ad planum inclinata ſit, & ex ejus puncto in ſublimi dimittatur perpendicularis, angulus qui fiet à linea ducta à puncto in quod cadit perpendicularis ad lineam obliquam, & à linea obliquâ; minimus eſt, alii prout ab eo recedent ſunt majores, maximus qui minimo contiguus eſt. Linea AB cadat obliquè in planum CD, & ex



puncto A demittatur perpendicularis AE ad planum; dico angulum EBA eſſe minimum, qui fiet à lineis in plano CD ductis ad punctum B, & productâ lineâ EB in D. Dico angulum ABD eſſe maximum. Fiat enim ex puncto B, ut centro intervallo majori quam BE circulus CD ſumanturque puncta CD. Ducaturque linea BC. Debeo probare angulum ABE minorem eſſe, quàm ABC, & ABC minorem quam ABD. Ducantur linea AD, AC.

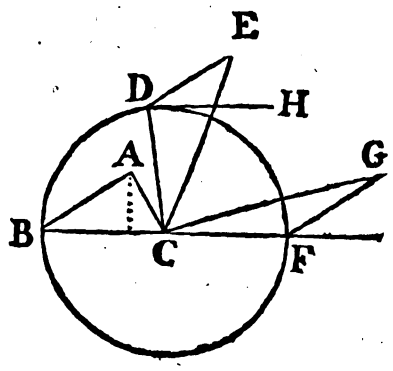
Demonſtratio. Triangula AEF, AEC ſunt rectangula in E, erit ergo (per 47. 1.) *quadratum AC æquale quadratis EA, EC, ſicut quadratum AF, æquale quadratis AE, EF, & quia* (per 7. 3.) *EC major eſt, quàm EF, erunt quadrata AE, EC majora quadratis AE, EF, & conſequenter linea AC major, quàm AF. Eodem modo oſtendam lineam AD majorem eſſe lineâ AC; ideoque cum in triangulis ABF, ABC latera duo ſint æqualia utrumque utrique, nempe AB commune, BF, item & BC* (per def. circ.) *ſint æqualia, & baſis AC ſit major baſi AF, erit* (per 25. 1.) *angulus ABC major angulo ABF. Ita oſtendam angulum ABD, majorem eſſe angulo ABC.*

PROPOSITIO XXVI.

Theorema.

Si linea ad planum circuli fuerit obliqua, moveaturque in ejus circumferentia ſemper ſibi ipſi parallela, oculo in centro conſiſtente, eò apparentiam minorem habebit hæc linea quò removebitur magis à diametro cum qua minorem angulum facit.

Sit linea AB obliquè incidens, in planum circuli BDF, ſupra cujus circumferentiam moveatur in ſitu ſemper parallelo. Sitque oculus in C immotus. Et ſit ita AB ut ſit ABC minimus angulus quem facit hæc linea cum lineis ductis in plano circuli, hoc eſt perpendicularis ex puncto A ducta cadat in BC. Dico AB eò minorem apparentiam habere, quò magis removetur à diametro BC, hoc eſt ſi AB transferatur in DE, angulum DCE minorem eſſe angulo BCA, item angulum DCE majorem eſſe angulo FCG. Ducantur enim lineæ AC, EC, GC, item linea DH parallela diametro BC.



Demonſtratio linea DE ſupponitur parallela lineæ AB, linea DH ducta etiam eſt parallela lineæ BC; ergo (*per* 10. 11.) anguli ABC, DHE ſunt æquales; eſt autem (*per Lemma ſuperius*) angulus EDC major quam EDH, ergo angulus EDC major eſt angulo ABC, ergo reliqui duo ſimul DCE, DEC minores ſunt duobus ſimul BAC, BCA. Sinus autem anguli DCE, ad ſinum anguli DEC ſe habet, (*per primam tertii Trigon.*) ut DE ad DC, ſeu ut AB ad BC, ſicut (*per eandem*) ſe habet ſinus anguli ACB ad ſinum anguli BAC, ergo ut ſinus anguli DCE ad ſinum anguli DEC, ita ſinus anguli BCA ad ſinum anguli BAC: ſed aggregatum duorum priorum angulorum, minus eſt aggregato poſteriorum ut jam oſtendimus, igitur angulus DCE, minor eſt angulo ACB quod erat oſtendendum.

PROPO

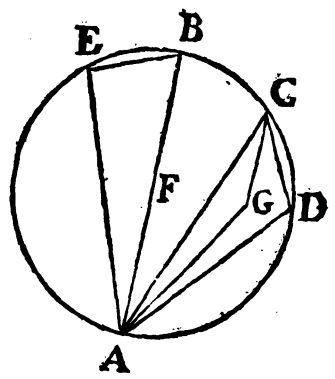
Digitized by Google

PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

Objectum poteſt vicinius eſſe oculo & æquale, immò minus apparere.

Sit oculus in puncto A, dico fieri poſſe, ut objectum illi vicinius fiat, appareat tamen æqua-



le, aut etiam minus. Oculus enim A ſit in peripheria circuli, objiciaturque illi linea E B inſcripta circulo, ita ut AB tranſeat per centrum F; moveatur E B in C D, cum AB tranſeat per centrum F, clarum eſt C D non ita diſtare ab oculo A, quam E B, dico tamen C D viſum iri illi æqualem.

Demonſtratio (*per* 21. 3.) ſi lineæ E B, C D ſint æquales erunt etiam anguli C A D, E A B æquales, igitur (*per* 3. *axioma hujus*) lineæ E B, C D, apparebunt æquales.

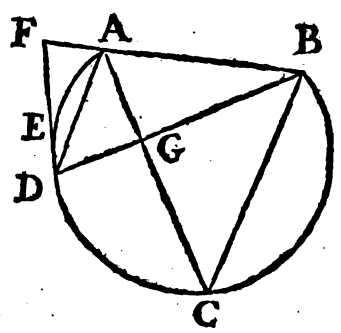
Neque hoc mirum videri debet, cum linea E B directè oculo objiciatur, in C D verò magis obliquè, quod ſi adhuc magis obliquè oculo objiceretur ut C G, tunc licèt oculo vicinior eſſet, ſub minori angulo videretur, & conſequenter in oculo minorem exprimeret imaginem quod erat oſtendendum.

PROPOSITIO XXVIII.

Theorema.

Immota magnitudo æqualis apparet aliquando appropinquante ad eam oculo.

Sit magnitudo AB, viſa ſatis directè, ab oculo C. Dico poſſe oculum C accedere ad magni-



tudinem AB, ita ut æqualis ſemper appareat oculo, triangulo A B C (*per* 5. 4.) circumſcribatur circulus; moveaturque oculus à C in D, fiet vicinior magnitudini AB, ut patet, eò quòd lineæ AC, BC minùs diſtant à centro G, aſſero tamen lineam AB apparere ſub æquali magnitudine oculo poſito in D, ſub qua videbatur ab oculo poſito in C.

Demonſtratio (*per* 21. 3.) anguli ACB, ADB ſunt æquales: ergo A B videtur habere æqualem magnitudinem, oculo poſito in D, ac apparebat oculo exiſtenti in puncto C.

Addo ulteriùs quod ſi oculus accederet ad magnitudinem AB per lineam EF, quæ magis, ac magis recederet à circulo A D C, quod linea A B adhuc minor appareret, quia fieret angulus minor, ac ille qui producitur in peripheria circuli, quæ omnia procedunt ex obliquitate.

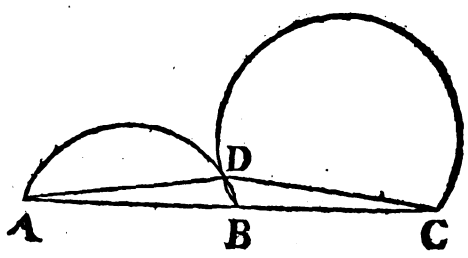
PROPOSITIO XXIX.

Theorema.

Ex eodem loco, duæ magnitudines æquales, inæquales apparent.

Sint duæ lineæ æquales AB, BC, (*per* 33. 3.) ſuper linea A B deſcribatur ſegmentum circuli capiens angulum obtuſum, & ſuper BC, deſcribatur ſegmentum circuli capiens angulum acutum; hi duo circuli ſe interſecent in puncto D; dico lineam AB apparere majorem, lineâ BC. Ducantur lineæ AD, BD, DC.

Demonſtratio. Segmentum A B D ex ſuppoſitione capit angulum obtuſum, igitur angulus



A D B, obtuſus eſt, pariter oſtendam angulum BDC acutum eſſe, igitur lineæ A B, B C æquales inter ſe, ſpectatæ ex puncto D, apparent ſub angulis inæqualibus; ergo inæquales apparent (*per* 3. *axioma hujus*) quod erat oſtendendum: Immò poſſet aſſignari locus ex quo magnitudines earum apparentes determinatam haberent rationem.

PROPOSITIO XXX.

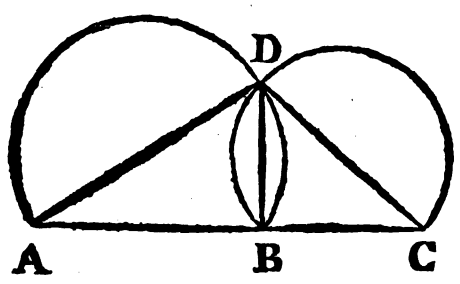
Theorema.

Inæquales magnitudines ex uno eodemque loco aliquando apparent æquales.

Sint lineæ AB, BC inæquales ſupra quas (*per* 43. 3.) deſcribes ſegmenta circuli capientia angulos æquales, & ſe interſecantia in puncto D, dico lineas A B, BC realiter inæquales, habere tamen apparentias æquales reſpectu oculi eas

Digitized by Google

inſpicientis ex puncto D, ducantur lineæ A D, B D, C D.



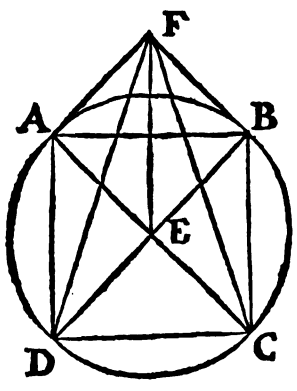
Demonſtratio, quia ſegmenta circulorum ex ſuppoſitione ſunt ſimilia, erunt anguli A D B, B D C æquales: ergo (*per 3. Axioma*) lineæ A B, B C apparebunt æquales, quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XXXI.

Theorema.

Si in interſectione diametrorum ſit linea ad planum quadrati recta, & excitetur linea obliqua, ſed æqualis ſemidiametro, æquales apparebunt diametri.

Sit quadratum ABCD cujus diametri AC, BD, ſe interſecantes in puncto E, educatur per E linea EF, quæ ſit recta ad planum quadrati ABCD; dico ſi oculus ſit in F, apparebunt diametri A C, DB æquales, (*per 9. 4.*) circumſcribatur quadrato circulus, diametri A C, DB erunt etiam diametri circuli; ergo (*per 19. hujus*) erunt apparen-



tes earum magnitudines æquales. Idem dico, ſi linea E F æqualis fuerit ſemidiametro; nam (*per 20. hujus*) erunt earum apparentiæ æquales.

Multæ aliæ angulorum, & apparentium magnitudinum combinationes ſunt, quæ quia dependent ex ſitu quem quælibet magnitudo obtinet reſpectu oculi, ſi nempe obliquè ſpectetur aut directè, neque aliquid docent quod mihi videatur ſcitu dignum, ideò iis ſuperſedeo.

PROPOSITIO XXXII.

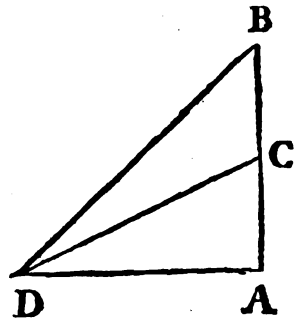
Theorema.

An apparentes magnitudines ſint minores veris, hoc eſt an objecta majora ſint, quàm appareant.

Hæc propoſitio profertur ab aliquibus opticis, tanquam indubitata, & demonſtrata, nempe quòd objecta majora ſint quàm appareant; examinatâ tamen demonſtratione ſuſpicatus ſum, latere aliquid ſophiſmatis. Ut autem eam difficultatem meliùs oculis ſubjiciam, certum mihi eſt aliquos homines res majores in eâdem diſtantiâ videre quam alios, quod quidem ſatis eſt difficile probatu: cum enim non experiar quanta appareat, verbi gratiâ, turris aliqua alteri, nec ille quanta mihi videatur, nulla ſuppetit ferè ratio id aſſerendi. Refert tamen Gaſſendus ſe habuiſſe oculos ita compoſitos, ut uno objecta videret longè majora quam alio. Quòd ſi hæc differentia in unius hominis ambobus oculis, inventa eſt, quidni in duobus hominibus inveniatur? Deinde adhibitâ lente concavâ, aut convexâ, objecta longè minora, aut majora deprehendimus; quidni etiam, in diverſis oculis eadem differentia intercedat? Ponamus ergo id ita accidere, ſintque duo, quorum unus idem objectum, & in eâdem diſtantia poſitum majus videat, quàm alius; an prior majus videt objectum quàm ſit, an ſecundus videt illud minus quam de facto exiſtat, quis hanc litem dirimet, neque enim communem aliquam menſuram invenio, ad quam magnitudines rerum apparentes poſſim exigere; ſi triginta, v. g. pedum eſt illa turris, uterque videt illam triginta pedes continere; ſed prior ſingulos pedes majores videt quàm alius.

Neque dicas unum videre pedes prout ſunt in ſe, alium verò non videre. Quæro enim quid ſit videre objectum ut eſt in ſe; uterque enim videt eam turrim continere 30 pedes, & non plures aut pauciores unus quam alter: uterque videt ſingulos pedes duodecim digitos continere, & ita deinceps. Unde concludo poſſe benè aſſeri, utrumque hominẽ ea objecta videre prout de facto ſunt in ſe.

Ratio vero quam affert Aguilonius eſt omninò ſophiſtica, putavit enim ſe demonſtraſſe majorem eſſe rationem verarum magnitudinum, quàm apparentium; ſed eo poſito non video quomodo concludi poſſit; ergo magnitudines apparentes minores ſunt, quàm reales. Ponamus enim AB magnitudinem eſſe duplam magnitudinis AC, & ſpectari ab oculo D; angulus B D A menſura magnitudinis apparentis A B, non erit duplus anguli CDA menſuræ magnitudinis AC; ergo major eſt ratio magnitudinis veræ AB ad magnitudi-



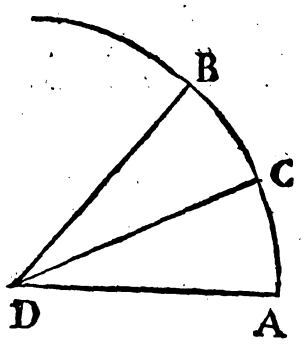
nem veram A C, quàm magnitudinis apparentis AB ad apparentẽ magnitudinem AC; unde AB non apparet dupla cum deberet apparere dupla; ergo minor apparet quam debeat, AC item ſi dividatur bifariam idem patietur incommodi: ergo apparentes magnitudines minores ſunt quam reales.

Sed niſi me meus fallit ſenſus, puto invertendo proportionem contrarium concludi poſſe, bene quidem probat A B minorem apparere quam

Digitized by Google

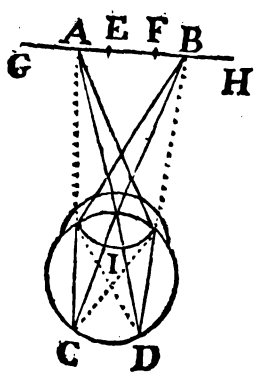
quam par sit; posito quod AC videatur, ut par est, & ego deduco; ergo AC major videtur quam par est, posito quod BC videatur ut est. Nam si comparando majorem cum minori; major est ratio verarum magnitudinum, quàm apparentium. Vice versâ comparando minores cum majoribus, major erit ratio apparentium magnitudinum, quàm verarum. Hoc est apparens magnitudo AC, est plus quam dimidia pars apparentis magnitudinis AB, cum tamen vera magnitudo AC sit præcisè dimidia pars veræ magnitudinis AB. Unde quæro cur AC erit potiùs prima mensura respectu AB, quàm BC respectu ejusdem AB.

Latet ergo sophisma inde ortum quod magnitudinem rectam mihi afferat cujus aliquæ partes non ita directè oculo opponi possunt ac aliæ. Si



enim mihi proponeret magnitudinem circularem, in cujus centro oculus existeret, eadem esset ratio apparentium magnitudinum, & verarum. Certum est enim si AB sit duplus ipsius AC, angulum ADB mensuram magnitudinis apparentis AB, esse etiam duplum anguli ADC, mensuræ magnitudinis apparentis AC. Falsa fuit ergo universaliter illius propositio, eamque saltem debuit limitare.

Quare ut melius ratiocinet, dicendum est: Quotiescumque alicui proponitur magnitudo videnda, ita ut de distantiâ illius & de situ judicare possit, videt illam prout est in se; quoties lineæ ab extremitate imaginis, per centrum retinæ ductæ, rectà feruntur in extremitates objecti. Sit objectum AB. emittens radios luminis per pupillam in crystallinum, & alios humores, donec formet imaginem CD. Sitque centrum retinæ I, ducta-



que CI, rectà feratur in B, sicut DI attingat punctum A, dico magnitudinem AB visam æquari, veræ.

Demonstratio (*per 5. primi hujus.*) objectum videtur esse in linea recta, ducta ab ejus imagine per centrum retinæ; sed ex suppositione punctum A, invenitur de facto in linea ducta ab ejus imagine D per centrum retinæ I, ergo objectum A videtur esse in linea recta in qua de facto est. Idem dicito de objecto B, quod invenitur in linea CI; sed ex suppositione, vel quia duobus oculis videtur illud objectum, vel quia sunt interjecta multa corpora probè cognita, potest cognosci ejus distantia ab oculo: igitur cognoscentur loca in quibus existunt puncta A & B. Sed non possunt cognosci hujusmodi loca, quin cognoscatur magnitudo AB; ergo si hæc omnia adsint, objectum videbitur prout est in se, & magnitudo vera non differet à visâ. Quando enim ex magnitudine anguli, præcisè voluimus metiri magnitudinem visam, adhibuimus aliquam restrictionem quoties, vel distantia tanta esset, ut de illa judicium ferri non posset, vi illius impressionis quæ fit in oculo.

An verò respectu omnium oculorum id accidat, ut linea ducta ab imagine in retina expressâ, per centrum ejusdem retinæ rectà feratur in objectum, puto non satis constitui posse: (neque enim ad locum in quo videtur objectum determinandum, ulla ratio haberi debet linearum per quas incidunt radii in retinam, sed tantum lineæ ab imagine in retina expressa, per centrum ejusdem retinæ ductæ. Puto igitur communiter in oculis benè affectis, respectu objectorum non multùm ab axe optico dissitorum, id contingere; quod præsumptione potius quam certa ratione ductus assero. Neque enim omnes refractiones in oculo factas, ita expendere possumus ad minutias usque, ut si paulò aliter accideret, præsertim in aliquibus tantum, ille tamen error nos non lateret. Præsumptio autem stat pro natura quæ debet censeri benè providisse rebus ut saltem ea objecta quæ perfectè distinguimus videantur in proprio loco.

E contrà verò si accideret ut CI, DI productæ non attingant objectum propositum, sed magis ab invicem recedant, ut in puncta G & H dirigantur, tunc objectum majus videtur quàm par sit, ut accidit quoties lentem convexam oculis admovemus. Si verò magis accedant ad invicem ita ut puncta E & F respiciant, magnitudo visa minor est quam vera, hoc autem accidit iis qui lente concava utuntur.

Quoties autem de distantiâ nullum potest ferri judicium, apparentes objectorum imagines sunt minores, quam reales. Tunc enim quia non possumus imaginari nisi eam distantiam, cujus, vi oculorum habemus cognitionem aliquam, & quasi memoriam, vi autem oculorum distantiæ tantum illius in qua benè distinguimus objecta, cognitionem habemus, ideò apparens magnitudo ad eam distantiam exigitur. Cur enim non tantum ab astronomis, sed communiter ab hominibus, etiam imperitis apparens magnitudo solis asseritur esse potiùs pedalis, quàm bipedalis; respondebis quia videtur sol sub eodem angulo, sub quo communiter spectatur magnitudo pedalis. Sed contrà, quia magnitudo pedalis si spectetur in distantia unius pedis, videbitur sub angulo sexaginta graduum, si ad distantiam duorum pedum videbitur sub angulo 30 graduum, & ita deinceps prout magis ab oculo removebitur, minuetur angulus sub quo videbitur; cur ergo sol qui videtur sub angulo triginta minutorum, seu dimidii gradus, dicetur videri sub angulo, sub quo communiter spectatur magnitudo pedalis. Magnitudo autem pedalis videtur ad distantiam 115 pedum circiter sub angulo sub quo sol videtur. Ideoque quæro cur apparens magnitudo solis comparatur cum magnitudin-

Digitized by Google

dine pedali visâ, ad distantiam 115 pedum,potius quam cum eadem visa ad distantiam duorum trium,quatuor,&c. Respondeo eam esse rationem quia ea est circiter maxima distantia, de qua possumus vi duorum oculorum judicare. Quare quæcumque à nobis etiam magis diffita sunt, comparamus cum ea distantia, & judicamus esse diffita ad centum circiter pedes ; nullius enim majoris distantiæ experimentalem cognitionem habemus, ut præcisè à potentia visiva deductam. Cognitiones enim distantiarum majorum, habent aliquid admixtum ratiocinii : igitur quæcumque magis distant ab oculo quam centum quindecim, aut centum viginti pedibus cum ad eam tantum distantiam referantur, ita se habent ut minores sint magnitudines apparentes, quam reales : non ergo debuit universaliter asseri, objecta esse majora quàm appareant.

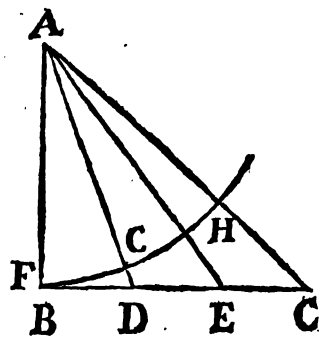
PROPOSITIO XXXIII.

Theorema.

De visione figuræ & consequentibus figuram.

Dato & sufficienter explicato modo, quo magnitudinem,seu dimensionem aliquam oculis percipimus, & in ejus determinationem venimus ; non erit difficile, assignare modum, quo videtur figura aliqua. Cum enim quodlibet objectum figuratum directè oculis expositum similem sui imaginem in oculi retina exprimat : nullum videbitur objectum, quin sub aliqua figura videatur. Ita quoties alicujus objecti omnes dimensiones æquales videmus,seu in ejus centro axem opticum defigentes, omnes lineas ad peripheriam ductas æquales perspicimus, illud rotundum & circulare nobis apparet. Sæpè autem accidit ut quia partium distantiam notam habemus ; rem, aliam habere figuram videamus quam obtineat ejus imago in retina. Si enim à duobus aut tribus passibus oculo objiciatur obliquè circulus, non propterea ovalis figuræ videbitur, licèt ovalem figuram ejus imago in retina imitetur, sed visio distantiæ modicæ quam duo oculi benè distinguunt, illi errori occurrit. Ex hoc autem tam figuræ alicujus objecti, quàm distantiæ singularum partium, varias objectorum circumstantias detegimus, & hæc quotiescumque tam vicinum est ut de distantia certum judicium ferri possit ; ubi verò distantia paulò major est, ad alia recurrimus accidentia, ut ad diversam illuminationem. Ita si globus aliquis objiciatur oculo in ea distantia in qua vix potest animadverti differentia quæ invenitur inter distantiam puncti medii hemispherii visibilis, & distantiam extremitatum ad diversam illuminationem recurrimus, & ex eò quòd ex certo & determinato loco magis intensam ad oculum lucem remittat, (quod est proprium corporum convexorum) de illius gibbositate judicium ferimus. In quo quam multæ sint hallucinationes, pictura satis edocet, quæ ementitis coloribus, & umbris eandem conatur ingenerare in oculo objectorum imaginem, quam ipsa, si adessent producerent : quæ omnia breviter delibo, neque enim in singulis immorari est ullum operæpretium, cùm vix contineant ullam difficultatem.

Planum ac rectum cognoscimus,ex uniformiter crescente singularum partium ab oculo distantia. Sit enim oculus A, superficies BC plana videtur, si lineæ AD, AE, AC, cum aliqua uniformitate



crescere videantur : quod enim posito quod AB sit perpendicularis, sit omnium brevissima clarissimum est. Cum in triangulo ABD angulus B rectus, sit maximus, atque adeo (*per* 19. 1.) latus AB, sit minus quã AD, & quia angulus ABD rectus est,erit ADB acutus & ADE obtusus,ideoque distantia AE major erit quam AD,&c. Ex eo igitur uniformi incremento distantiarum de rectitudine judicamus, meliùs tamen id examinabitur. Si oculus sit in F quod linea BC se accommodet visui de rectitudine judicamus. Curvum autem & cavum si partes D & E, ab ea linea visuali deorsum subsidendo deflecterent, si verò sursum attollerentur,linea BC convexa esset.

Si hæ duæ curvitates cum aliqua regularitate procederent circulares essent : cum enim simus assueti multas res planas intueri ; quoties animadvertimus aut non satis crescere distantias partium objecti ab oculo, res concava apparet,si verò partium extremarum distantiæ nimium crescant,convexitas nobis aliqua apparet.

Asperitates & concavitates objectorum si notabiles sint & vicinæ, satis perspicimus ex majori partium illarum distantia. Si verò sint minores ex umbris, & difformi partium illarum illuminatione cognoscimus. Læve autem & politum ex luminis reflexione ordinata, multa alia hujusmodi cognoscimus, etiam sine ratiocinio, eò quòd aliàs deprehenderimus objecta talis naturæ, tales habere proprietates, & tales effeciisse visiones,unde similis visio, postea similis objecti recordationem inducit.

Nullius corporis soliditatem per se videmus, cum enim soliditas dicat necessariò partes ante alias, & non solam longitudinem & latitudinem quæ cadere sub aspectum possunt, sed etiam crassitiem aliquam ; cujus partes cum sibi invicem officiant, oculis sese videndas simul exhibere non possunt, nisi forsitan sint partes corporis alicujus diaphani, restat ut ex superficierum diversitate de crassitie judicium feramus.

Locus rei proprius, & absolutus non videtur ; immò valde dubitant philosophi quid sit talis locus. Locus tamen respectivè sumptus ad videntem, facilè cognoscitur ex distantia, quam habet objectum ab oculo, & quantum ad lævam dirigendus sit & detorquendus à medio aliquo situ,& ut ita dicam naturali quam obtinent axes optici, dum æqualiter ad se invicem inclinantur ; cætera majori indigent ratiocinatione quam quæ ex sola visione oriatur.

Situs autem quem obtinet aliquod objectum sumptum per modum unius in ordine ad oculum non

Digitized by Google

non differt à loco, ſitus verò quem obtinet objectum aliquod totale, non ſumptum per modum unius, ſed prout extenſum, cognoſcitur ex varia diſtantia partium ab oculo, ita dicitur aliquid obliquè objici quoties partes æqualiter à medio diſtantes inæqualiter tamen ab oculo diſtant.

Motus autem objecti variè cognoſcitur; primò ex motu oculi, cognoſcitur motus objecti, ſi enim ut objectum ſemper videat oculus neceſſariò moveri debet, quem motum anima ſentit, objectum moveri videbitur. Unde ſi accidat ut tam oculus quam objectum per modum unius moveantur, ſi motus oculi ſimul fiat cum toto corpore objecti, motus non percipietur. Si autem motus objecti ſit valde parvus, non percipietur motus oculi, atque adeo neque motus objecti.

Si oculus quieſcat, motus objecti percipitur ex eo quod variæ retinæ partes à tali objecto ſucceſſive afficiantur, ſeu quod imago exprimatur in diverſis partibus retinæ. Sicut ergo aliquid moveri judicamus, ſi ſucceſſive immotæ manus, verbi gratiâ, partes diverſas impellat. Item ex diverſo ſitu quem reſpectu corporis ſucceſſivè obtinet objectum, ejus motus percipitur. Vel ex aliis objectis vicinis, ſi ſucceſſive reſpondeat aliis, atque aliis objectis, ut modo tegat unum poſtea verò aliud.

Quod verò per lineam rectam accedit ad oculum, ex decreſcente ſenſim diſtantia, magiſque ac magis inclinatis ad ſe invicem ambobus axibus opticis deprehendimus. In majoribus diſtantiis ex diverſis corporibus quibus ſucceſſive reſpondet, ex magnitudine apparenter creſcente; & aliis omnibus modis, quibus diſtantia percipitur.

PROPOSITIO XXXV.

Theorema.

An oculus fallatur.

Hîc in quæſtione omninò philoſophica verſamur & quæ ferè in nomine poſita eſt. Ne tamen illam ſubterfugiſſe videamur, certum eſt oculum, cæteroſque ſenſus externos nihil aſſerere, hoc eſt non componere unum cum alio; ſed per modum ſimplicis apprehenſionis ſe habere, in quam nullus error communiter admitti poteſt. Error enim falſitatem aliquam dicit; falſitas omnis in eo poſita eſt ut alicui unum attribuamus, quod de facto illi non convenit, quod oculus præſtare non poteſt, ad hoc enim opus eſt aliqua comparatione, comparatio autem dicit neceſſariò unum objectum concipi, illique attribui aliquod prædicatum quod illi non conveniat. At dum hircocervum concipio, non concipio hircum, cui naturam cervi attribuam, ita ut principale ut ita dicam objectum ſit hircus cui naturam cervi falſo attribuo, cum aliam ut ita dicam illi aſſuere deberem. Sed objectum meum principale concipi non poteſt niſi concipiam hircum & cervum. Dum concipio Petrum currere qui non currit objectum meum non eſt Petrus qui male conjungatur cum curſu, ſed objectum meum eſt Petrus currens, qui aliter apprehendi non poteſt. Ita etiam in ſenſu dicendum eſt. Oculus icthericus videt objectum viride, quod ut ita dicam flavum videt, videtur eſſe falſitas non tamen eſt. Nam pro objecto habet non objectum viride tantum; ſed objectum viride & flavum, quorum per modum unius unicam viſionem efficit. Non eſt ergo formalis falſitas. Eſt tamen virtualis falſitas, quia eſt occaſio alicujus Falſitatis in ſenſu communi, aut intellectu.

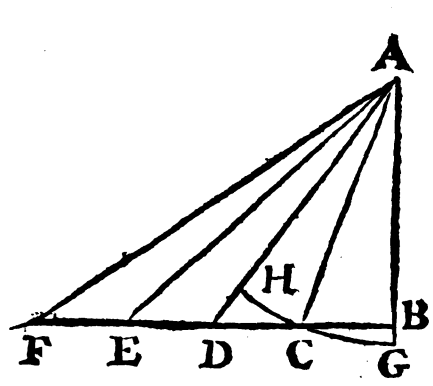
Error igitur oculi in eo ſenſu, eſt productio viſionis minus conſuetæ unius objecti, ſimilis illi qua ſolet aliud objectum videre. Ut dum oculo objicitur oblique circulus, elicit viſionem illius circuli omnino ſimilem illi quam eliceret ſi illi objiceretur ellipſis. Ex quo ſumit originem error in intellectu. Fons autem & primum principium illius deceptionis eſt imago quæ in oculo exprimitur. Quoties igitur propter inſuetam aliquam circumſtantiam, accidit ut ſimilis imago in oculo depingatur: illi quam ſolet communiter aliud objectum in retina exprimere eſt fallaciæ, & deceptioni locus. Ut quia in tabella plana ita ſunt diſpoſiti colores, ut per eandem lineam in oculum incidant, per quam remitterentur ab ipſis objectis realibus, oritur fallacia, & ita de cæteris ut ſequentibus propoſitionibus exponam.

PROPOSITIO XXXVI.

Theorema.

Æqualium intervallorum in eadem linea collocatorum, quæ ita diſſita ſunt ut de diſtantia judicare non poſſimus, minora apparent.

Sint ſpatia æqualia BC, CD, DE, EF in eadem linea collocata, ita ut BC minùs diſtet ab



oculo A, dico ſi facilè de diſtantiis AC, AD, AE, AF, judicare non poſſumus, ſpatium FE, minimum apparere, deinde DE paulò majus. Sit enim AB breviſſima ſeu perpendicularis (*per 12. huius*) intervallum BC majus apparebit deinde CD, exinde DE & ita deinceps. Quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM.

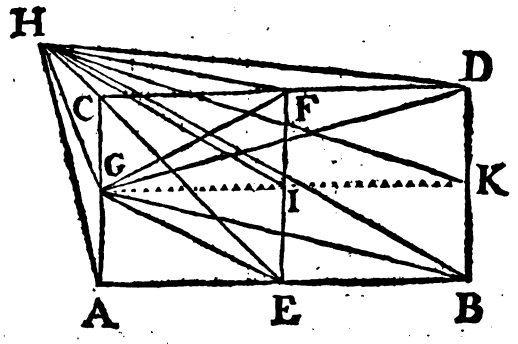
Ex hoc deduces rationem quare ſi ſit ordo aliquis ſatis longus arborum, aut columnarum æquali intervallo inter ſe diſtantium, quæ longiùs ab oculo removentur, minus inter ſe diſtare videantur; cùm enim intervalla quibus diſtant ab invicem, ſub minori videantur angulo, tandem angulus ille fit inſenſibilis, atque adeò non videtur eſſe aliquid; ergo conjuncta videntur quæ realiter tamen interſe diſtant.

PROPOSITIO XXXVI.

Theorema.

Spatia parallela coarctari videntur.

Sint ſpatia parallela A B, C D, oculus ſit H, dico lineas AB, CD realiter parallelas, apparenter accedere ad ſe invicem quo magis ab oculo



recedunt Ex oculo H ad planum ABDC ducatur perpendicularis HG, ducaturque ad utramque parallelam perpendicularis AGC, item aliæ utcumque perpendiculares E F, B D, debeo oſtendere apparentem magnitudinem AC, eſſe majorem apparente magnitudine EF, & hanc majorem apparente magnitudine B D; & ita de aliis. Ducantur ex oculo H lineæ HA, HC; HE, HF; HB, HD, item GE, GF, GB, GD.

Demonſtratio. In triangulo GAE, rectangulo in A, (*per conſtructionem*;) linea GE, major eſt lineâ GA, item GB major eſt quam GE, cum angulus GEB ſit obtuſus.

Idem probabo de GC, GF, G D, rurſus quia triangula HGA, H G E ſunt rectangula in G (*per* 47. 1.) erit tam quadratum HA, æquale quadratis GA, GH, quam quadratum H E æquale quadratis GE, HG; ſed GA, GH minora ſunt, quàm GE, HG, cum GE major ſit quam G A, ergo quadratum HA minus eſt quadrato H E; & conſequenter linea H A, minor linea HE. Ita oſtendam lineam HC, minorem eſſe, quam H F, & HF quam HD; ſicut etiam HE, quam HB. Ducatur ex G linea GK, parallela lineis AB, CD quæ etiam erit perpendicularis ad EF, BD, & eas ſecabit in I & K ducantur lineæ HI, HK, quas perpendiculares eſſe dico ad EF, & BD. Cùm enim HG ſit perpendicularis ad planum ABDC (*per* 18. 11) omnia plana per ipſam ducta quale eſt HGIK, ad idem planum rectum erit, cujus communis ſectio eſt GIK, ad quam ſunt perpendiculares lineæ EI, BK; Quare (*per* 4. *def.* 11.) erunt FI, BK rectæ ad planum HGIK, ideoque (*per* 3. *def.* 11.) erunt FIH, BKH anguli recti. In triangulo autem rectangulo HIE ſi linea HE ſtatuatur ſinus totus linea IE erit ſinus anguli EHI, (*per* 1. 3. *Trigonom.*) ergo ut HE ad IE, ita ſinus totus ad ſinum anguli EHI. Pariter oſtendam, ita eſſe ſinum totum ad ſinum anguli BHK, ut HB ad BK, ſeu E I, ſed major eſt ratio majoris HB ad EI, quam minoris HE ad eandem E I; igitur major eſt ratio ſinus totius ad ſinum anguli EHI, quam ad ſinum anguli BHK: ergo angulus EHI, major eſt angulo BHK. Eodem modo oſtendam angulum DHK, minorem eſſe angulo FHI, atque ita totus angulus EHF major eſt toto angulo BHD. Oſtendam pariter angulum AHC majorem eſſe angulo FHE, quare (*per* 3. *Axioma.*) AC, major apparebit, quàm EF, & EF major quàm BD; quod erat oſtendendum.

COROLLARIUM I.

Porticuum latitudo coarctari videtur, laquearia ad pavimentum accedere, pavimentum attolli; cum enim laquearia pavimento ſint parallela, quæ autem parallela ſunt (*per præcedentem*) ad ſe invicem accedere; & porticuum ſeu ambulacrorum latitudo minui videbitur, & laquearia deprimi &c. Quod ſemper intelligendum quoties de diſtantia judicare non poſſumus, ideoque hujuſmodi deceptiones potiùs accident uno oculo clauſo, quàm duobus, duobus enim ut jam dixi, melius de diſtantia judicamus.

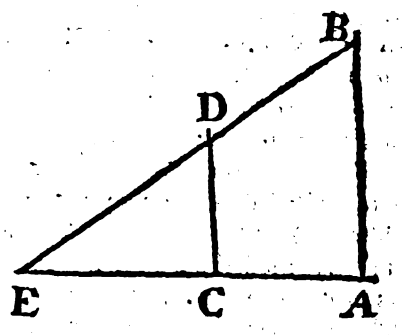
COROLLARIUM II.

Ex quo ſequitur pavimenta templorum ſemper attolli, comparatur enim cum linea ad libellam per oculum ducta, quæ eſt ſitus naturalis axium opticorum, item horizon, & mare attolli videntur propter eandem rationem, unde dicitur, *qui aſcendunt mare in navibus.*

PROPOSITIO XXXVII.

Theorema.

Si duo corpora in eadem fere linea oculo objiciantur nullumque ſit viſibile corpus inter utrumque interjectum, in diſtantia majori, hæc corpora conjungi videntur.



Sint duo quæcumque corpora AB, CD, à quibus multùm diſtet oculus E, ita ut vi duorum oculorum non poſſit diſcerni exceſſus diſtantiæ EB, ſupra diſtantiam ED, nec aliquod corpus viſibile interjiciatur inter D & B, ſaltem quod ab oculo E, ſpectari poſſit; dico objecta D & B, videnda quaſi conjuncta eſſent.

Demonſtratio. Objecta illa videntur, eodem modo, ac ſi conjuncta eſſent, quæ in oculo eandem producunt imaginem, ac ſi conjuncta eſſent: ſed in tali caſu id accidit, nam neque ubi ſemiradii ab eadem parte objecti ad diverſas partes pupillæ ducti, ſunt phyſicè paralleli, nulla ex remotione objecti quo ad hoc punctum ſit ſenſibilis mutatio; pariter ubi axes optici ad eandem objecti partem directi, ad paralleliſmum phyſicè ac ſenſibiliter acceſſerunt, nulla fit mutatio ex majori remotione objecti. Nam licèt magis ſint paralleli, hoc tamen totum eſt inſenſibile; ergo ex nullo capite poteſt eſſe differentia in imagine, ergo neque in viſione. Solemus autem tunc recurrere ad magnitudinem apparentem, ſi vera nobis ſit

fit nota, ad minorem partium distinctionem, ad colorem mutatum, ita montes magis dissitos, magis cæruleo colore infici videmus. Excludo etiam corpora interjecta, nam ex corporibus interjectis in cognitionem distantiæ venimus.

Ex his tribus propositionibus innumeræ hallucinationes, & fallaciæ oriuntur, qualis est hæc, qui ex loco satis distito fossam, aut amnem intuetur, conjunctas videt alvei crepidines, ita ut nullum ibi amnem interfluere suspicetur.

Montium cacumina sibi invicem cohærere judicamus, licèt maximo inter se intervallo disjungantur.

Montium apices cum cœlo, stellis aut luna conjungimus. Lunam & solem in firmamento collocamus, neque si vim oculorum spectemus, & impressionem ab iis receptam, quidquam de eorum distantia statuere possumus; si enim magis aut minùs distent, simili tamen modo, aut saltem non sensibiliter dissimili oculos afficiunt.

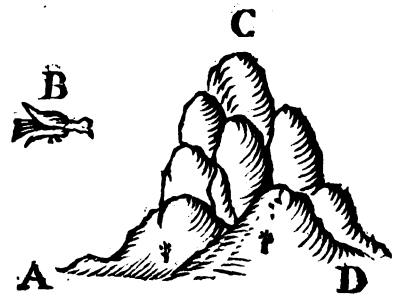
Cœlum à nobis versùs horizontem magis abesse, quàm prope verticem videtur. Quia nempe per interjecta corpora in superficie terræ posita, horizontalem cœli distantiam melius concipimus, verticalem verò ita metiri non possumus.

In minoribus tamen distantiis sæpe contrarium accidit, præcipuè si id quod videtur longiùs quam par sit transferatur; ut si nubes è loco paludoso non multùm distante emergat, ejus distantiam valde modicam æstimabimus interea dum terræ adhærebit, si verò paulisper attollatur jam longissimè distare putabimus, eamque visus transferet in partem cœli quam occultat. Unde puto ibi distinctione aliqua opus esse, vel enim id quod hoc modo in diverso statu spectatur, tale est ut post ipsum nullum sit aliud corpus visibile, cujus distantia aliquo modo percipiatur, aut saltem æstimetur multò major quam sit illius objecti, quod de novo oculis objiciatur. In primo casu, communiter quotiescumque sunt corpora interjecta judicamus majorem esse distantiam, quam si absque ullis interjectis corporibus videretur.

Si verò post se habeat aliquod corpus, quod magis distet quàm illud objectum, & in quod visus ut ita dicam illud affigat; contrarium accidet, ita nubes paululum à terra avulsas in ipso cœlo cujus distantiam jam prægnoscimus saltem aliquo modo transferimus.

Ita dum aviculæ non transversim volatum exercent, sed per lineam rectam à nobis recedunt, ubi per aliquos passus à nobis excesserunt, ita ut oculus distantiam non bene perspiciat, eas vi oculorum transferimus in objecta majora, quæ magis oculos feriunt, ex quo longius excessisse judicantur, quàm re vera abierint; & ex eo sæpe hallucinantur aucupes, qui etiam aviculas volantes disjicere volunt. Nisi enim sint assuefacti, vix se satis temporis habere autumant ad bene dirigendam catapultam, in aviculam, quæ ubi ad aliquos passus avolaverit, existimant eam excessisse omnem sphæram sui sclopeti, cum tamen facilè adhuc attingi posset.

Memini me non semel spectasse, congregatos corvos montem ad cujus radices consistebam transvolare conantes, eos altiores montis cacumine judicabam, cum nondum ad tertiam illius partem perveniissent. Quæ ratio ut concipiatur: Sit oculus in A, avis volans in B, sit mons CD, sit distantia AB talis, ut ad illam, oculorum distantia non habeat sensibilem rationem, jam oculus avem illam putat esse in nubibus, cùm tamen cacumen montis non excesserit: nubes enim & cœlum cum sint objecta longe majora, & visibilia, potius ad se rapiunt animæ attentionem, de quo paulò inferius aliquid. Inveni tamen ut dixi corvos illos dimidiam horam insumpsisse, ut in orbem se attollerent, & cacumen superarent.



Eadem hallucinatio sæpe invenitur in aliis materiis Iridem sæpe spectavi, non omnino perfectam, ideoque terram non omnino attingentem; cujus pedes oculus ad spatium valde dissitum transferebat; ubi tamen melius radij solares affulserunt; deprehensa est non distare ab oculo quinquaginta passibus.

Proponam & aliam hallucinationem: Altitudinem verticalem semper judicamus majorem magnitudine horizontali sibi æquali, ita ut qui peritus assignat locum, ad quem perveniret turris, si integra accommodaret se horizonti, irrideatur ab omnibus: & hoc sæpe sum expertus. Quæritur hujus rei ratio. An quia horizontalem magnitudinem paulò majorem ex nostra altitudine spectamus valde obliquè, atque adeo sub angulo valde parvo; verticalem autem longitudinem magis directè spectamus, & consequenter sub majori; ex quo deducere possumus, (*per 3. axioma huius*) majorem esse apparentem magnitudinem objecti horizontalis, quàm verticalis. Puto tamen id omninò non satisfacere: Fieri enim potest, ut anguli sint æquales, immò major angulus sub quo spectatur horizontalis magnitudo unde ni fallor aliquid addendum est: & refero aliam fallaciam. Sit amnis aliquis præterfluens, si exsiccetur, vix in animum inducere poterimus tam parum fuisse latum ejus alveum. Quæ experientia quia difficilior est, metire alvei fluvij alicujus latitudinem, cui æqualem in planitie accessibili assigna; & hanc accessibilem, latitudine fluvii inaccessibili minorem judicabis; experimentum enim ipsum rei magnitudinem in imaginatione minuit. Ita etiam dicere possumus, altitudinem montis majorem judicamus, cum eam metiamur labore quem impendere debemus, ut illam transcendamus; quo fit ut leucæ in montibus minores sint. Neque enim dum montuosa itineta metimur, communem aliquam, & determinatam mensuram adhibemus, sed ea ex labore æstimamus, qui cum ex ascensu augeatur, augetur etiam itineris æstimatio. Ex quo fit ut magnitudo verticalis quamdiu manet inaccessibilis, aut si accessibilis fiat, ex majori labore major semper judicetur.

PROPOSITIO XXXVIII.

Theorema.

Distantia ex objectorum distinctione, & colorum vi percipitur.

Objectum illud distare videtur, quod eandem, aut similem in oculo efficit visionem, quam objectum dissitum efficit, & vicissim illud objectum vicinum oculo videtur, quod ubi non sufficiunt aliæ rationes similem producit visionem,illi quam objectum vicinum ingenerat; sed objectum vicinum tale est, ut ex singulis objecti punctis vivacius lumen remittatur (aut species,parum interest) ideoque intensior exprimatur imago in retina, ex qua sequitur longè perfectior visio; ergo objectum quod ex accidenti aliquo bene distinguetur, & perfectius movebit oculum ad visionem sui; illud minus distare videbitur.

Ex hoc principio nonnullæ oriuntur hallucinationes, cubicula tapetibus, & tabellis ornata longè minora videntur,quam si parietes nudi oculis objicerentur, & hoc cum tanta differentia, ut inferius conclave, inornatum omnino, jurassem multis partibus, superiori cubiculo tabellis insignito majus esse.

Cubicula dealbata longè minora apparent, quàm quæ dealbata non sunt, cum enim albus color magis moveat oculum quam quilibet alius, meliùs videntur quæ alba sunt, quàm quæ subobscurum habent colorem; sed quæ meliùs videntur cæteris paribus propiora apparent; ergo parietes conclavis dealbati, oculo in medio cubiculi posito, propiores videntur; sed hoc est cubiculum minus videri.

Dum nive coopertus est ager, longè minor apparet quàm dum viridi herbarum colore vestiebatur. Propter eandem rationem montes nive conspersi propiores apparent.

Ignes noctu procul conspecti viciniores apparent. Cum enim in tenebris lux sit maximè conspicua, tum quia solis lumen oculos non perstringit, nec aliunde lumen affulget, nisi ab eo igne procul viso, unde impressio unica est in retina,ad quam tota vis spirituum confluit & quieto aliunde organo,melius percipitur vel minimus motus, tum quia ampliatur pupilla; pluresque excipit radios, unde fit vivacior objecti lucidi imago; adde quod distantiam per interjecta corpora metiri non possumus; igitur ad solam visionis efficaciam distantiam ejus exigimus, & prope apparet luminosum quod magno distat intervallo.

Cætera verò corpora non lucida, sub crepusculum remotiora apparent, quàm revera sint; cùm enim parum admodum moveant visum, remota judicantur, ex quo sequitur majora videri. Cum enim licet distare videantur sub angulo tamen eodem spectentur, necessarium est ut magna appareant: quod autem sub crepusculum accidit, etiam per nebulam perspicienti evenire necesse est, aut in aëre libero, illi qui obtusam habet oculorum aciem.

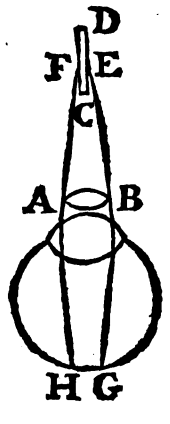
In quo reprehendas imperitos pictores, qui res dissitas coloribus vividis exprimunt, aut singulas earum partes probè distinguunt, cum distinctio sit proprietas objecti non procul ab oculo positi. Vidi aliquando in templo nostro voluisse ædituum Architecturam aliquam longumque columnarum, & porticuum ordinem exhibere, mirabar tamen licèt in perspectivæ regulis nullo modo aberrasset, vix eam deceptionem in oculis producere, quam solent hujusmodi picturæ, præcipuè ad lucernarum probe dispositarum temperatam lucem: cùm statim deprehendi causam. Colores enim nimium vivaces in oculum,ut ita dicam ingerebant ea objecta, quæ fugax columnarum ordo distare demonstrabat. Spectabatur pariter in extremitate claustri alicujus, depictum probè sacellum, ita ut intra murum excavatum, & fabricatum videretur, neque deerat altare suis ornatum columnis, quæ omnia probè, & ex arte procedebant: nescio quid tamen desiderabat oculus. Cum pictor egregius totum errorem detexit, appensam nempe, aut depictam supra altare imaginem, sed perfectam, & ut vocant finitam pessime ibi collocatam asseruit. Cum enim in muri superficie depingendum fuit sacellum, partes remotiores languidioribus sensim coloribus exprimebantur,& bene quidem; cùm hoc modo objectum, ut par erat ab oculo removerent; tabella autem quæ maximè dissita repræsentari debuerat, cùm nimis oculum moveret, & ut vicina exhiberetur totam hanc fallaciam detegeret, & negotium interturbaret.

PROPOSITIO XXXIX.

Theorema.

Linea directè oculo objecta apparet punctum, superficies, ut linea; corpus aliquando ut superficies, obliquè vero, ut linea superficies, ut corpus.

Primæ tres partes ita probantur. Dum linea directè oculo opponitur,unicum tantum ejus punctum videri potest; & ipsa ut unicum punctum apparet, idem dico de superficie. Cum enim superficies hoc modò opponitur visui, prima ejus linea interposita est inter oculum, & cæteras ejus partes; sed quoties id accidit tota superficies videtur ut linea. Igitur superficies, ut linea videtur, quæ omnia non intelligo mathematicè, Si enim datur minimus angulus sub quo videri non possit objectum, nullus est minor angulus, quam ille cujus basis esset punctum. Unde intelligo aliquam lineam physicam cum aliqua latitudine, sed valdè parva, & licet minor esset latitudo illius lineæ, quam sit latitudo pupillæ, atque adeò videri aliquantulum possint remotiores partes; unientur tamen physicè radii cum radiis priori-



bus, ut sit pupilla A B, paulò latior quam linea C D, poterunt adhuc paulisper videri puncta E, & F, ita tamen parum, ut physicè conveniant in retina cum radiis puncti C.

Quod

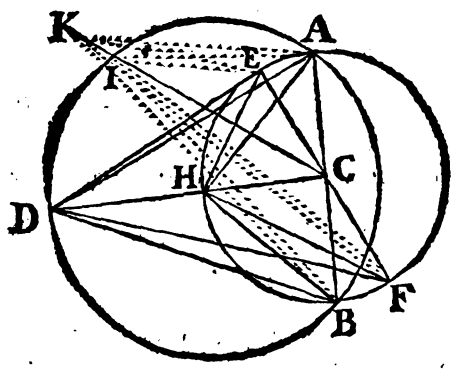
Quod pertinet ad corpus, si directè opponatur oculo una ejus superficies, si verbi gratiâ, sit corpus cubicum, una ejus tantum superficies videri poterit; si verò possit fieri, ut duæ simul oculo objiciantur videbitur ut corpus, quæ omnia sunt clariora, quàm ut in iis diùtiùs immorer.

PROPOSITIO XL.

Theorema.

Eadem quantitas obliquius visa in eadem tamen distantia; sed maiori quam sit ipsa quantitas minor apparet.

Sit linea AB directè visa, hoc est sit oculus D, & linea DC ad medium ejus ducta, ad eam



perpendicularis; centro C, intervallo CA, describatur circulus. Ducatur linea EF, æqualis ipsi AB, cujus medium punctum C, sit idem ac medium punctum lineæ AB, hoc enim requiritur, ut illæ lineæ æqualiter dicantur distare ab oculo D. Dico lineam EF, videri sub minori angulo, quam AB, hoc est angulum ADB, majorem esse angulo EDF. Describatur circulus circa triangulum ADB, & quia DC supponitur major, quam AC, erit centrum circuli in linea DC, cum DC, sit perpendicularis ad AC; ducatur linea C I, ita ut angulus DCI sit æqualis angulo DCF. Cum in DC, sit centrum circuli, erit (*per 7. tertii Eucl.*) CI, minor quam CD, fiant CD, CK æquales, ducanturque AK, AI, BK, BI.

Demonstratio. In triangulis DCF, KCB, latera K C, D C, CF, CB sunt æqualia, & angulus ICB, angulo DCF, æqualis ex constructione; ergo (*per 4. 1. Eucl.*) anguli BKC, FDC sunt æquales. Eodem modo ostendam angulos AKC, E D C esse æquales: ergo totales anguli AKB, EDF sunt æquales. Sed (*per 21.1.*) angulus AIB, major est angulo B K A, & A I B, (*per 21. 3. Eucl.*) æqualis est angulo ADB: ergo angulus ADB, major est angulo EDF. Quod erat demonstrandum.

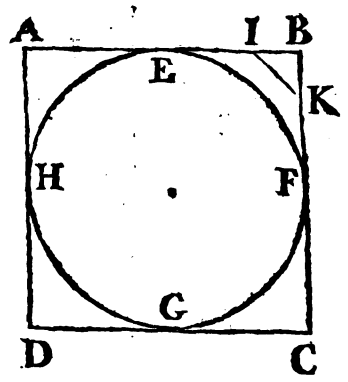
Dixi si distantia sit major, quàm ipsa quantitas, si enim utraque quantitas spectaretur ex H, sub eodem semper angulo nempe recto appareret.

PROPOSITIO XLI.

Theorema.

Figura multilatera in magna distantia apparent rotunda.

Ad hoc ut figura multilatera appareat rotunda, debet amittere suos angulos, sed propter elongationem, & distantiam amittit suos angulos: tunc enim amittit suos angulos, cum anguli non discernuntur. Sed anguli tunc non discernũtur, omnis enim quantitas in aliqua distantia fit invisibilis (*per 14. hujus*) ergo poterit ita removeri, ut ejus anguli fiant invisibiles. Ut si sit quadratum ABCD,



cui inscribatur circulus EFGH, excessus quo quadratum superat circulum, est triangulum mixtum EBF; sed triangulum mixtum EBF, est quantitas determinatæ magnitudinis, quæ ut dixi potest ita removeri ab oculo, ut sit seorsim sumpta invisibilis; seu invisibilis visione qua distinguatur ab aliis partibus; ergo eodem modo videbitur figura illa ac si careret angulis. Antequam tamen hoc modo appareat omnino rotunda, primo fiet invisibilis aliqua pars anguli; verbi gratia triangulum IBK, unde ex quadrato fiet figura alia multilatera; quod erat ostendendum.

COROLLARIUM.

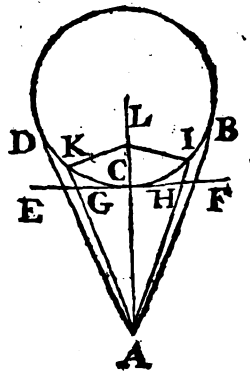
Ex eo sequitur quod astrorum figuræ in rotundas abeant, ita nullus sine telescopio corniculatam venerem animadvertit: aut saturnum ovalis figuræ, quod adhuc maximè procedit ex capillitio, cum quo videntur, de quo jam supra diximus. Luna tamen adhuc corniculata apparet, quia non sufficienter distat à nobis, ut tantus angulus evanescat.

PROPOSITIO XLII.

Theorema.

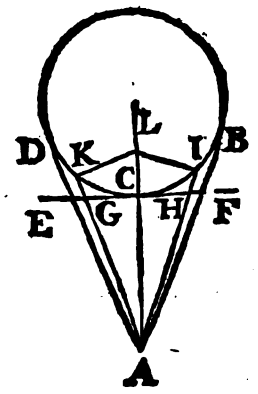
Linea curva, in plano per oculum descripta, appareret recta, quando distantia distingui non potest.

Sit oculus in A, illique objiciatur linea curva



B C D; ita ut sit in eodem plano in quo oculus

A; dico lineam curvam BCD, videndam tanquam lineam rectam. Ducatur enim in eodem plano linea EF, tangens circulum in G. Ducanturque lineæ AED, AFB, AGK, AHI.



Demonſtratio. Illud objectum videtur, ut linea recta quod eandem viſionem producit, ac linea recta, ſed linea BCD id præſtat. Nam primò in eodem prorſus loco retinæ ſuam exprimit imaginem, in quo tangens E F., nempe in communi ſectione plani D A B, & retinæ. Secundò nulla eſt differentia inter utramque imaginem, neque enim, ex ſuppoſitione animadverti poteſt exceſſus, quo linea AB, ſuperat lineam AF, aut AD, lineam AE; & ita de reliquis: ergo in maxima diſtantia linea curva, ita oppoſita oculo, ut ſit in eodem plano cum illo, videtur ut linea recta. Quod erat oſtendendum.

COROLLARIUM.

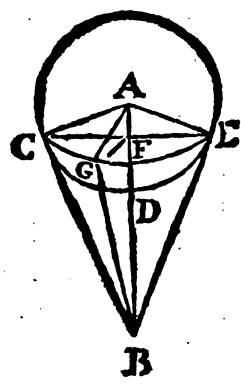
Hæc propoſitio intelligenda eſt, de quacumque linea curva, Ellyptica, hyperbolica, immo & de pluribus lineis angulum comprehendentibus quomodocumque, ut de lineis KL, IL, item de lineis convexis, aut concavis.

PROPOSITIO XLIII.

Theorema.

Unus oculus videt minùs quam dimidiam partem Sphæra, & id quod videtur circulo comprehenditur.

Sit ſphæra cujus centrum A, ſpectata ab oculo B, ſitque linea AB; per quam intelligatur pla-



num quodcumque ſecans ſphæram per centrum, ideoque ſit communis ſectio ſphæræ, & plani illius circulus maximus CDE, ſintque tangentes circulum B C, B E, quæ æquales ſunt (*per cor. 2. 36. 3.*) ducatur linea C E, connectens duos contactus; erunt anguli BCE, BEC æquales, (*per 5. 1.*) & minores duobus rectis, ideoque quilibet minor recto. Centrum ergo circuli eſt ultra F in A, ducantur lineæ AC, AE. Primò oſtendere debeo arcum CDE, eſſe minorem ſemicirculo.

Demonſtratio. Cum in C E, non ſit centrum circuli, hæc in duas partes inæquales circulum ſecat, & ea pars major erit, in qua eſt centrum, quod patet ex eo quod ſi per centrum A, duceretur linea parallela ipſi C E, hæc circumferentiam in duas partes æquales divideret; igitur CDE, eſt minor ſemicirculo. Vel alio modo: Cum in triangulo ACB angulus A C B rectus ſit, angulus CAB eſt minor recto; ergo arcus C D minor eſt quadrante (*per 28. 6. Eucl.*)

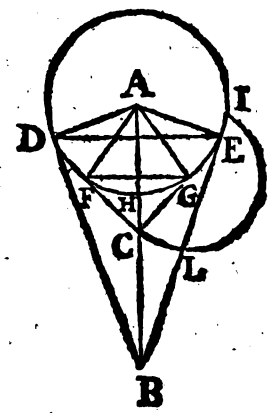
Jam verò ſi circa axem B A, intelligatur volvi triangulum BAE; triangulum BFE, deſcribet conum rectum; in cujus baſi ſemper fiet angulus rectus, æqualis angulo AEB; atque adeò in ejus peripheriam cadet tangens. Cùm ergo oculus nihil videat ultra tangentem, cum duci non poſſit recta linea; circulus definiet id quod ab oculo videtur. Vel alio modo per lineam C E intelligatur planum ad lineam B F rectum, cujus communis ſectio cum ſphæra erit circulus (*per primam Theod.*) dico omnes lineas ab oculo ad circuli peripheriam ductas, eſſe tangentes. Cum enim in triangulis BFE, BFG, latera FB FG, ſint æqualia (*per def. circ.*) latus BF commune, & anguli BFG, BFE recti, & æquales (*per 4. 1.*) erunt baſes B F, BG æquales: quare in triangulis BAG, BAE, cùm omnia latera ſint æqualia, erunt anguli B G A, BE A æquales (*per 8. 1.*) ſed BEA rectus eſt ſuppoſitus, cum BE ſit tangens; ergo BG erit tangens. Cum ergo nihil ultra tangentem videri poſſet, ultra punctum G nihil videri poterit. Idem oſtendam de reliquis punctis circumferentiæ EGC; ergo id quod de ſphæra videtur circulo comprehenditur, & circulo minori non per ſphæræ centrum tranſeunte, ergo minus eſt hemiſphærio; quod erat oſtendendum.

PROPOSITIO XLIV.

Theorema.

Sphæra eminus ſpectata apparet circulus.

Sit ſphæra cujus centrum A, ſpectata ab oculo B valde diſtante, ſitque per præcedentem



portio quæ videtur ab oculo B, definita circulo C D E. Sitque linea B A per quam intelligantur infinitæ

infinita plana, quæ (*per primam primi Theodosij*) cum per centrum sphæræ transeant, habebunt communes sectiones cum sphæra circulos HG, HD, HF, HC, qui omnes (*per 40. hujus*) apparebunt ut lineæ rectæ, neque enim animadverti poterit ab oculo, quod linea BE sit longior, quàm linea BH; ergo sphæra BHE, eamdem imaginem hebebit, quam exprimeret circulus H D E, ergo sphæra apparebit, ut circulus quod erat ostendendum.

COROLLARIUM.

Et hoc non tantum intelligendum est de sphæra, sed generatim de omnibus sphæroidibus, conis item si per verticem spectentur.

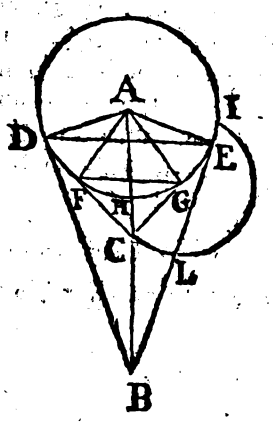
Columnæ tanquam rectangula apparent, si ex nullo capite dignosci possit rotunditas. Pariter multilateræ turres ut rectangula apparent, unde facilè imaginantur eas esse rotundas cum eodem modo appareant, ac si rotundæ essent; licèt enim partes angulosæ turris alicujus multilateræ, magis ad oculum accedant; id tamen non animadvertitur propter distantiam.

PROPOSITIO XLV.

Theorema.

Oculo ad sphæram accedente illius minor pars despicitur, quæ tamen major apparet.

Sit sphæra cujus centrum A, oculus B qui transferatur in C, dico ex puncto C minorem



ab oculo partem sphæræ detegi quam ex puncto B, hanc tamen partem, majorem apparere; hoc est angulum FCG, majorem esse angulo DBE. Ducantur tangentes BD, BE: item ducantur tangentes ex puncto C, quæ sint FC, FG. Primò assero puncta G & F cadere inter E & H, D & H; neque enim cadere possunt in puncta D, E, quia fierent anguli recti inæquales; neque etiam potest, fieri ut tangentes cadant ultra puncta E ut in I, alioquin ex puncto L in eundem circulum, ex eadem parte duæ tangentes ducerentur; quod est absurdum. Quia LE, & LI essent æquales (*per* 37.3.) & inæquales (*per* 8. *ejusdem*) ergo tangentes CF, CG cadunt inter D, & E, ergo arcus FHG minor est arcu DHE: ideoque si intelligatur planum per FG, ad quod sit recta linea BH, ostendam ut priùs communem sectionem illius & sphæræ esse circulum definientem, id quod videtur ex puncto C, & planum per DE ductum definire, id quod videtur ex puncto B: circulus autem ejus diameter DE, majus segmentum sphæræ abscindit quam circulus cujus diameter FG quod est primum.

Adde angulum FCG majorem esse angulo BDE; triangula enim ADB, AFC sunt rectangula in D, & F, cum BD, CF sint tangentes; ergo reliqui duo simul in utroque triangulo sunt æquales uni recto: ergo DAB, DBA simul æquales sunt angulis FAC, FCA simul: sed DAB, major est angulo FAC, ergo FCA major erit quam DBA. Eodem modo ostendam angulum ACG majorem esse angulo ABE; ergo totalis angulus FCG major est angulo DBE, ergo (*per 3. Axioma hujus*) FHG videbitur esse major, quàm DHE; quod est secundum. Vix tamen hoc totum incrementum est notabile, nisi quando admoventur oculi maximè ad sphæram: tunc autem quia ferri potest judicium de distantia, magnitudinem non æstimamus tantum ex angulo.

COROLLARIUM I.

Ex his propositionibus deduces, primò si detur aliquod luminosum ita parvum, ut per modum puncti considerari possit, aut nullam habeat sensibilem rationem cum sphærâ, minùs quàm dimidium illius hemisphærium illuminabit.

COROLLARIUM II.

Luminoso ita parvo ad sphæram accedente minor illius pars illuminabitur; intensius tamen lumen recipiet.

COROLLARIUM III.

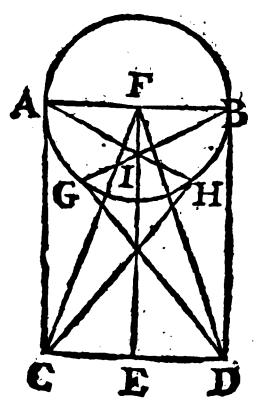
Luminosi punctum, quodcumque minus quam hemisphærium sphæræ opacæ illuminat, unde sequitur; perfecta illuminatione, & totali minus quam hemisphærium sphæræ opacæ illuminari.

PROPOSITIO XLVI.

Theorema.

Duo oculi immoti, ex sphæra cujus diameter æqualis sit distantiæ oculorum inter se, minus quam hemisphærium vident. Si tamen moveantur circa communem axem; hemisphærium totum successivè spectabunt.

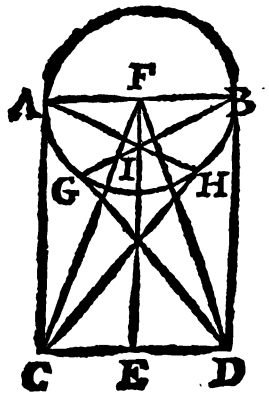
Sit sphæra cujus diameter AB, sintque oculi C D & lineæ CD, AB, sint æquales & parallelæ;



sitque linea DB perpendicularis ad A B; hunc enim situm suppono, dico oculos C, D si immoti maneant, non visuros totum hemisphærium, si verò

verò moveantur circulariter circà immotum axem communem E F, totum ſucceſſivè hemiſphærium viſuros.

Demonſtr. Ex oculo D ducatur alia tangens DG, & ex C, tangens DH, eritque ſegmentum ſphæræ contentum circulo cujus diameter AH



minus hemiſphærio (*per 42. hujus*) pariter aliud ſegmentum contentum circulo cujus diameter GB minus item hemiſphærio, eaque plana habebunt communem ſectionem, lineam perpendicularem ad planum AGHB eductàm per punctum I infra circulum maximum cujus diameter A B, & rectum ad idem planum AGHB; igitur aliquid relinquitur de hemiſphærio, ſed id quod videtur ab oculo C eſt ſegmentum contentum circulo cujus diameter AH, id verò quod videtur ab oculo D, eſt ſegmentum contentum circulo BG; igitur id quod videtur ab utroque oculo ita immoto erit minus hemiſphærio.

Si verò intelligantur oculi moveri circa axem communem E F quod FB deſcribet circulum maximum in quo terminabitur tangens DB tranſlata, & ſemper angulum rectum faciet, ideoque oculus D ſucceſſivè videbit totum hemiſphærium.

COROLLARIUM.

Multò magis ſequitur quod ſi diſtantia oculorum ſit minor diametro ſphæræ tam ab utroque oculo immoto, quam ab utroque circa communem axem circulariter moto, minus quam hemiſphærium videbitur.

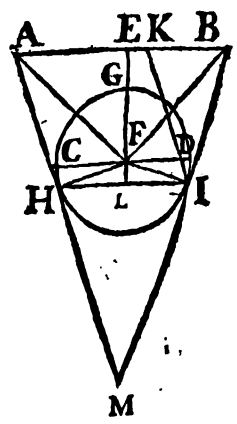
PROPOSITIO XLVII.

Theorema.

Si oculorum diſtantia major fuerit diametro circuli, ab utroque oculo circa communem axem perpendiculariter moto, pluſquam hemiſphærium videbitur.

Sint oculi A, B, ſitque linea AB major diametro ſphæræ C D ſitque communis axis EF, perpendicularis ad C D; dico ſi oculi moveantur circulariter, circa axem EF, ſucceſſive, uterque videbit pluſquam hemiſphærium ſphæræ CGD. Sit enim planum per utrumque oculum & centrum ſphæræ F ductum, faciens (*per Theodoſium*) ſectionem in ſphæra circulum maximum CGD, & ex A, & B ducantur duæ tangentes AH, BI, ſitque linea HI quæ major non erit diametro CD, lineæ H I ſumatur æqualis AK, ducatur lineâ KI, item lineæ AF, BF; primò probo lineam KI eſſe parallelam lineæ AH.

Demonſtr. In triangulis AEF, EBF lineæ AE, EB æquales ſunt, latus EF commune, anguli ad E



recti: ergo (*per 4.1.*) & baſes AF, BF, & anguli AFE, BFE, ſunt æquales. Pariter in triangulis AHF, BIF rectangulis in H & I cum AH, BI ſint tangentes, (*per 47.1.*) erunt quadrata AH, HF æqualia quadrato AF, ſicut quadrata BI, IF, ſunt æqualia quadrato FB, & cum tam FB, AB, quàm FH, FI, ſint æquales, erunt lineæ AH, BI, æquales, & (*per 8.1.Eucl.*) anguli AFH, BFI, æquales; erunt etiam AFE, BFE æquales: ergo ſunt totales anguli EFH, EFI: ergo & reliqui HFL, IFL, & ſic triangula HFL, IFL (*per 4.1.*) ſunt æqualia omnimode, & anguli ad L æquales & recti. Quare (*per 28.1.*) ſunt parallelæ AB, HI, ſunt autem æquales AK, HI; igitur (*per 33.1.*) AH, KI ſunt parallelæ; ideoque linea BI incidens in parallelam KI, cum alia parallela AH conveniet. Conveniat ergo in puncto M, oſtendam angulos MHI, MIH minores eſſe rectis atque adeo lineas perpendiculares, per contactus ductas & conſequenter per centrum cadere ſupra lineam HI. Centrum igitur ſphæræ erit in ſegmento H G I, ſit in F ducantur lineæ HF, FI; fiet igitur triangulum, eritque angulus HFI; quare arcus HGI major erit ſemicirculo & reliquus minor, ideoque ſi intelligatur circa axem EF volvi circulus HGI, unà cum oculis arcus HGI, deſcribet ſegmentum majus ſemicirculo, quod videbitur ſucceſſivè ab utroque oculo; quod erat demonſtrandum.

Nonnulla hic demonſtrantur de viſione cylindri, & coni quæ quia dependent ex elementis conicis & cylindricis nondum traditis; nec multùm ad oculi & viſionis intelligentiam faciunt; omitto.

PROPOSITIO XLVIII.

Theorema.

Quæcumque videntur, in horopterem transferuntur

Res iſta eſt ſatis difficilis, indigetque paulò fuſiori explicatione phyſica. Suppono autem objectum illud ſolum videri diſtinctè, in quod cadit axis opticus, alia verò objecta videri ſatis confuſe; præcipuè vero quæ ab axibus opticis longius diſtant.

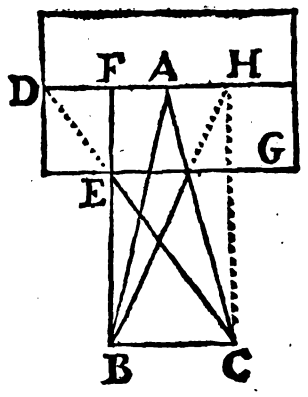
Item ſuppono unum oculum vix percipere diſtantiam objecti, niſi in quantum contrahi debet aut dilatari, ad hoc ut percipiat diſtinctè aliquod objectum; poſuimus enim (*in primo libro prop.9.*) & hunc modum diſtinguendi diſtantiam: accomodatur autem oculus præcipuè diſtantiæ illius objecti, quod intendimus per obtutum intueri, hoc eſt contrahitur aut dilatatur cryſtallinus prout

exigit

Digitized by Google

exigit distantia illius objecti, in quod intendimus utrumque axem opticum. Ergo si nulla alia adsit ratio dijudicandi de distantia aliorum objectorum nisi ex contractione aut dilatatione crystallini; omnia objecta confuse visa, videbuntur habere eandem distantiam, quam habet objectum visum per axes opticos. Sed quòd alia objecta videantur eandem habere distantiam quam habet principale objectum, est transferri per visum in horopterem. Si sint in eodem plano cum axibus opticis. Vel in planum horopteris, si sint extra planum axium opticorum: ergo omne objectum videtur in plano horopteris. Quod ut melius concipiatur.

Sit objectum A quod ab utroque oculo B, & C videatur per axes opticos BA, CA, sit linea BC connectens centra visuum, cui intelligatur parallela AD quæ vocetur horopter, per lineam



AD intelligatur planum DG, rectum ad planum BAC. vocetturque planum D G horopteris planum; sitque aliud punctum visibile E, quod videatur ab oculis B, & C non per axes opticos. Sed per alios radios BE, CE, ita tamen ut ex interjectis corporibus non possit distingui ejus distantia; dico objectum E, visum iri in ipso horoptere AD, si sit in eodem plano trianguli AEC, aut saltem in plano horopteris DG, si sit in alio plano quàm in ABC. Cùm enim objectum E non videatur per axes opticos, immo quod diligenter notandum est, videatur per radium BE non multum distantem ab axe BA, sed simul per radium CE, multùm abetrantem ab axe CA; non distinguetur bene ejus distantia: neque enim magis innotescet distantia objecti E, quam ipsum objectum E, sed objectum E visum hoc modo non per axes opticos confusè videtur: ergo & ejus distantia. Præcipuè si nulla sint corpora interjecta ex quibus dignosci possit. Adde quod ex angulis quos faciunt radii BE & CE cum linea BC nempe ex angulis EBC, ECB innotescere non potest locus E. Nam (*propositione prima hujus*) diximus quidem ex angulis ABC, ACB, cognosci posse distantiam objecti A visi per axes opticos, quia nempe aliter inclinantur oculi, ad invicem, ut dirigatur uterque axis opticus in objectum A, quàm si dirigerentur in objectum vicinius, aut remotius; sed in quocumque loco ponatur objectum E, semper immoti manent oculi, defixi nempe in objectum A; ergo ex eo capite distantia dignosci non potest. Ergo restat tantum alius modus nempe ex contractione, aut dilatatione crystallini, qui ad videndum objectum vicinius communiter fit minoris sphæræ segmentum, & ad videndum objectum remotiùs majoris sphæræ figuram induit; sed in tali casu crystallinus eam figuram habet, quàm exigeret objectum E si esset in plano DG; ergo si ex eo capite solo petatur distantiæ perceptio, objectum E videbitur esse in plano DG. Nam oculi se accommodant præcipuè distantiæ objecti, cui attendunt, sed attendunt ad objectum A; ergo se accommodant distantiæ objecti A. Atqui objectum A est in horoptere; ergo si possit ex ea coarctatione, aut dilatatione aliquo modo percipi distantia, omne objectum in horoptere, aut in plano horopteris esse videbitur.

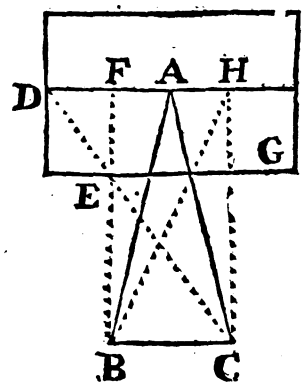
Monui tamen ita ut ex interjectis corporibus judicium ferri non possit de distantia, neque enim omnia objecta, excepto principali, & iis quæ in horoptere posita sunt, geminata nobis videntur, sed tantum quoties est aliquod objectum solitarium, & non conjunctum cum aliis. Ita ut nulla sit ratio determinandi ex interjectis corporibus, & judicandi illud esse in proprio suo loco. Experientiæ autem melius rem totam comprobabunt.

PROPOSITIO XLIX.

Theorema.

Nullum objectum in horoptere positum gemitum apparet.

Illud geminum non apparet, quod in unico tantum loco esse videtur, sed quidquid est in horoptere, aut ejus plano, in unico tantum loco esse videtur. Nam ut aliquid videatur geminatum, debet apparere in aliquo loco in quo non est, sed quod est in horoptere, videtur in proprio loco, nempe in ipso horoptere, nec datur ulla ratio propter quam videatur, aut extra horopterem, aut extra locum quem in horoptere occupat. Sit



enim objectum H, visum ab oculo B, videbitur in horoptere secundùm lineam BH, & ab oculo C, videbitur pariter in horoptere per præcedentem secundùm lineam CH, ergo ab utroque oculo videtur esse in H; quare videbitur esse in loco vero, & proprio, igitur non apparebit geminum. Idem dico de plano horopteris, hoc est si objectum sit in plano horopteris, extra ipsum horopterem.

COROLLARIUM.

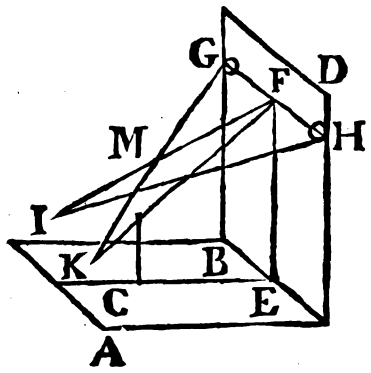
Quæ sunt in horoptere videntur in proprio loco: cum enim videantur in radio ab oculo ducto, illi autem radii concurrant tantum in proprio objectorum loco, in eo videri necesse est.

PROPOSITIO L.

Problema.

Inſtrumentum conficere quo quæcumque de horoptere dicuntur, experiri poſſimus.

Paretur Aſſerculus AB, duobus pedibus longus, latus uno, cui ad angulos rectos aptatus ſit



alius aſſerculus BD, in diverſis foraminibus poſſit inſeri ſtylus CM, ducaturque linea CE, & alia FE, ut figura ſatis oſtendit, ſitque GFH, horizontalis linea, & paratum erit inſtrumentum in quo linea GH repræſentat horopterem, & planum BD, erit planum horopteris, ſtylus CM, erit objectum in diverſis poſitionibus.

PROPOSITIO LI.

Theorema.

Objectum extra horopterem poſitum geminum apparet.

Sint oculi I & K, intendentes per axes opticos in punctum F. Sitque primò inter utrumque axem opticum IF, KF, poſitum objectum M. Dico objectum M multiplicandum, & videndum in punctis G, & H. Primò experientiâ id conſtat, modo attentiùs conſideretur utroque axe optico punctum F. Secundò probatur (*per* 46.) quidquid videtur, (ita tamen ut diſtantia per interjecta corpora non ſatis percipiatur) illud in horoptere videtur, ſed objectum M tale eſt; ergo videbitur in horoptere, ſed videtur in horoptere tam per radium KMG, quam per radium IMH; ergo videbitur, tam in puncto G, quàm in puncto H; ergo geminum apparet.

Ratio videtur eſſe; cum oculus ſe accommodet objecto F, quod reſpicit per axes opticos, tam objectum F, quam quòd in eodem cum eo plano exiſtit, totam ad ſe oculi attentionem rapit, ideoque alia objecta oculus percipit comparative ad illud planum, quod tale eſt ut ejus ſingulæ partes æqualiter diſtent ab utroque axe. Sed dum objectum M, comparatur cum plano BD, tegit duplex illius punctum, nempe puncta G & H, ergo videbitur eſſe geminatum.

Ex quo ſequitur quod ſi corpora interjecta inter oculos, & objectum M talia ſunt, ut ejus locum bene determinent, ita ut difficile ſit, ut illud imaginemur eſſe in plano BD, non ſuccedet hujuſmodi hallucinatio.

Sit pariter objectum A, viſum ab oculis BC, per axes opticos BA & CA. & conſequenter ſit horopterem EF, ſitque aliud objectum D, ultra horopterem poſitum: dico objectum D, viſum iri in duobus locis nempe in punctis E, & F.

Cum enim oculus videat objectum A diſtinctiſſimè, & ad eum maximè attendat, comparativè ad illud cæterorum objectorum locum determinat; cùm ergo objectum D, ab oculo C videatur, eſſe magis ad dextram, quàm objectum



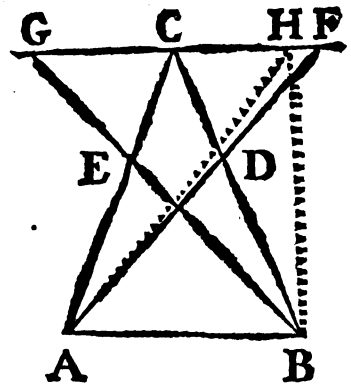
A, & ab oculo B, magis ad ſiniſtram, & ejus diſtantia non percipiatur; neceſſarium eſt, ut videatur in duobus locis: nempe in E & F. Quamdiu nempe fixum habebimus obtutum in objectum A. Nam accidit plerumque, ut dum volumns comparare objecta A & D inter ſe, defigamus axes opticos in A, & ſtatim in D, tunc non ſequetur hallucinatio.

PROPOSITIO LII.

Theorema.

Duo obiecta unum obiectum apparere poſſunt.

Sint oculi A & B, quorum axes optici AC, BC. Sintque duo objecta E, & D, in duobus axibus, dico objecta E, & D videri per modum unius objecti.



Illud enim objectum videtur eſſe unum cum alio objecto, quod in eodem loco videtur cum illo, ſed objectum E, videtur in eodem loco in quo videtur objectum D; ergo videntur quaſi unum objectum. Minor ita oſtenditur. Objectum E ab oculo A videtur (*per* 46.) in horoptere, videtur item in radio AE, ergo videbitur in puncto C, ſed pariter objectum D videtur in puncto C, ergo objecta D & E videntur in eodem puncto C, licèt adhuc videatur objectum D, in puncto F, & E, in puncto G.

Ideoque ſi objecta E & D, ſint unius ejuſdemque coloris; & omnino ſimilia; videbuntur perfectè unum eſſe objectum, videbunturque tria tantum eſſe

Digitized by Google

esse objecta similia. Si verò objecta dissimilia, duo extrema videbuntur cum proprio colore, medium verò objectum ex duobus coloribus coalescet, fietque compositus aliquis color, quasi uterque diaphanus esset, & alius trans alium videretur. Quod egregiè confirmat eam rationem, quam supra attulimus, quare objectum quodlibet non multiplicetur, etiamsi videatur duabus visionibus, quia nempe ab utroque oculo videtur esse in eodem loco.

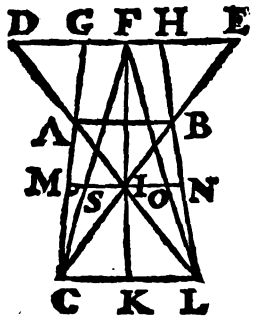
Succedet hæc hallucinatio, etiam si radii AC, BC non essent axes optici, sed alii quicumque radii, ut si immutatis reliquis, axes optici essent AH, BH, modò objecta essent in duobus radiis quibuscumque concurrentibus in eodem puncto horopteris, viderentur multiplicari, & coalescere.

PROPOSITIO LIII.

Theorema.

Si objecta extra horopterem assumpta, non sint in duobus radiis in horoptere concurrentibus; quodlibet duplicatum apparebit, & quatuor videbuntur.

Sint objecta A & B horopter DE. Axes CF, LF, sintque objecta A & B, ita disposita ut radii



in quibus existunt, nullo modo conveniant in horoptere; dico tam objectum A, quam objectum B duplicatum visum iri, ita ut videantur esse quatuor.

Demonstratio. Cum enim objectum A videatur ab utroque oculo in diversis locis horopteris, & pariter objectum B, in duobus aliis locis distinctis, neque ullus locus in quo videtur objectum A, sit idem cum aliquo ex iis in quibus videtur objectum B, alioquin deberent radii per quos videntur, concurrere in eodem puncto horopteris, contra suppositionem, necessarium est, ut hæc duo objecta videantur in quatuor distinctis locis. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO LIV.

Theorema.

Si objectum fuerit in axe communi, loca illius visa in horoptere sumpta, æque distabunt ab objecto clarè viso: cum verò fuerit axis ad conjungentem obliquus, locus unus magis distare videbitur ab objecto principali quam altus.

Vide figuram præcedentem.

Sit objectum distincte visum, seu per axes opticos F. Sit axis communis KF, objectum I, quod videatur in horoptere in locis D & E, dico loca apparentia E & D, æqualiter distare à puncto F, sive axis communis sit perpendicularis ad lineam ED, sive non.

Demonstratio. Cum lineæ FG, CL, (*per def. horopteris*) sint parallelæ, erunt anguli CED, ECL alterni æquales, sunt item DIF, KIL, anguli oppositi ad verticem æquales, igitur triangula DIE, CIL sunt æquiangula, & (*per 4.6. Eucl.*) erit ut IF ad FD, ita IK ad KL; pariter ostendam ita esse IK ad KC, ut IF ad FE, sed ut KI ad KL, ita KI ad KC, cum KC, KL sint æquales, (*per def. axis communis*) igitur, ita est IF ad FD; sicut IF ad FE. Ergo (*per 7.5.*) DF, FE æquales sunt. Quod erat primum.

Addo insuper si axis KF fuerit perpendicularis angulos FLD, FCE, sub quibus videntur hujusmodi intervalla esse æquales, & consequenter lineas FD, FE (*per 3. axioma*) apparere æquales.

Demonstratio. Cum linea FK, sit perpendicularis ad CL & lineæ CK, KL æquales, erunt (*per 4. 1.*) anguli FLC, FCL æquales, pariter erunt anguli ILC, ICL æquales. Quod si ab æqualibus, æqualia auferas, remanent DLF, FCE æquales. Ergo lineæ FD, FE apparebunt æquales.

Si verò axis communis KF obliquus esset, ita ut angulus FKC esset acutus; angulus DLF esset, minor angulo FCE, & consequenter linea DF, minor appareret quam FE.

PROPOSITIO LV.

Theorema.

Si duo objecta æqualiter ab horoptere dissita, geminata videantur; loca apparentia utriusque æqualiter ab invicem distabunt.

Sint duo objecta A & B, æqualiter ab horoptere ED dissita, hoc est linea AB sit parallela lineæ ED, & consequenter parallela lineæ CL connectenti centra visuum; sintque loca in quibus videntur objecta A & B, D, G, H, E. Dico lineas GD, HE esse æquales, sive G & H, in unum idemque punctum coalescant, sive non.

Demonstratio. In triangulo LDH, quia ducta est AB, parallela basi (*per 3.6.*) ita est LA ad LD; sicut BA ad DH; sed quia triangula DAG, CAL, sunt æquiangula, cum CL, DF sint parallela, ita est CA ad AG, ut LA ad AD, & componendo ut LA ad LD; ita CA ad CG. Pariter in triangulo GCE, cum sit AB, parallela basi GE, ita est CA ad CG, ut AB ad GE; ergo ut AB ad GE, ita AB ad DH: quare DH, GE sunt æquales, unde ablata communi GH, erunt DG, HE æquales. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO LVI.

Theorema.

Objecti inter horopterem, & oculos positi locus visus ab oculo dextro, est sinisterior; objecti ultra horopterem positi locus visus sinisterior, respondet oculo sinistro.

Demonstratio. Sit objectum A, inter horopterem, & oculos, ab oculo C, sinistro videbitur in

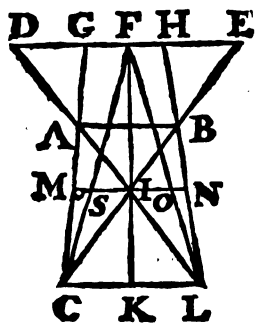
G, & ab oculo dextro L, videbitur in loco D ſiniſteriore. Quia in objecto interſecantur radii, & poſt illam interſectionem mutant ſitum.

Si verò objectum eſſet ultra horopterem radii ab oculis ad objectum emiſſi, nondum uniti ſunt, dùm attingunt horopterem. Ergo dum in eo loca viſa objecti notant, quilibet adhuc ſuum ſitum obtinet.

PROPOSITIO LVII.

Theorema.

Si duo objecta in axe communi ſtatuantur, & alternatim in ipſa axes defigantur; erunt loca apparentia unius æque diſtantia apparenter inter ſe ac loca apparentia alterius.



Sint duo objecta I & F, in axe communi KF poſita, ſi defigas axes opticos in I, loca viſa objecti F, erunt in S, & O, ſi verò reſpicias per axes opticos objectum F, loca viſa objecti I, erunt E, & D. Dico tantam videri IO oculo L, quanta eſt DF, & oculo C, tantam apparere SI, quanta eſt FE.

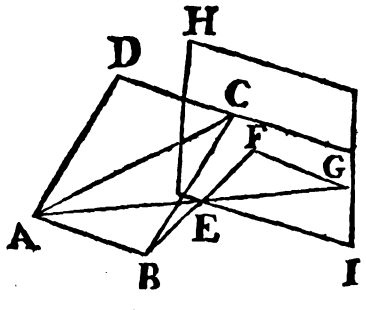
Demonſtratio. Idem eſt angulus FCE, ſub quo videtur FE, ac SCI, ſub quo videtur SI, ergo (*per* 3. *axioma*) tanta apparet S I, quanta apparet EF, idem oſtendam de IO, reſpectu FD; ergo conſtat propoſitum.

PROPOSITIO LVIII.

Theorema.

Objecta extra planum axium opticorum poſita, habent apparentias etiam extra horopteris lineam poſitas; & illi parallelas.

Sint oculi A & B axes optici AC, BC, horopter DC, planum horopteris HI. Sit objectum E,



extra planum trianguli ABC. Videaturque objectum E, per radios AE, BE, qui ſecent planum horopteris in punctis F & G. Dico puncta F & G, non eſſe in ipſo horoptere DC.

Demonſtratio. Si punctum F, eſſet in ipſo horoptere, eſſet in plano per DC, & AB ducto, ſeu in plano ABC. Sed punctum etiam B, invenitur in eodem plano; ergo (*per* 1.11.) tota linea BF; eſſet in eodem plano ABC, ergo & punctum ejus E, quod eſt contra ſuppoſitionem: idem oſtendam de puncto G. Quod erat primum.

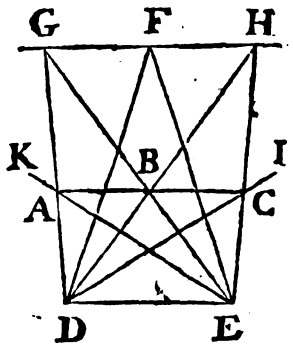
Addo inſuper lineam FG, eſſe lineæ DC parallelam. Intelligatur enim per AB, ductum eſſe planum, ad ABC rectum, fiatque angulus BAD rectus. Erit etiam ADC, (*per* 29.1.) cum lineæ AB, DC ſint parallelæ. Quare (*per* 4.*def.*11.) linea AD ad utrumque planum recta erit: & (*per* 14. 11.) planum per AB ductum, & planum HI ſunt parallela. Quæ ſecantur à plano AGFB, ideoque (*per.*16. 11.) ſectiones AB, FG ſunt parallelæ; ergo (*per* 9. 11.) lineæ FG, DC ſunt parallelæ. Quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO LIX.

Theorema.

Si axes optici in nullo propoſito objecto conveniant omnia geminari videntur.

Hîc rationem reddo ſatis alioquin difficilem, experientiæ communis, nempe quotieſcumque diutiùs in objectum aliquod præcipuè ſatis vicinum oculorum axes defigimus, niſi diligentiùs in eodem ſitu contineantur, aliquantulum aberrabunt, tunc autem omnia gemina videbuntur. Quod myopibus faciliùs accidet, qui ut diſtinctè legant objecta multùm oculis admovent, tunc enim ut ferè quotidie experior, objecta geminantur; ita ut ſæpe cogantur unum oculum claudere, ut confuſio quæ ex objectorum multiplicatione oritur, caſtigetur. Hanc autem affero rationem, nempe quod non poſſit in objectum, ita vicinum uterque axis dirigi; ex quo ſequitur, horopterem eſſe ultra ea objecta, quæ ipſis objiciuntur, ideoque ea duplicata videri in horoptere.



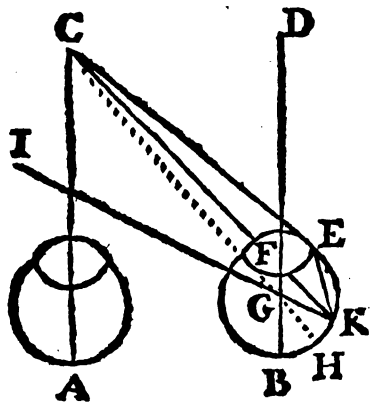
Sint enim propoſita objecta A, B, C, oculi D & E, & quia nimis vicina ſunt ea objecta non poſſint axes optici dirigi in aliquod ex his objectis, ſed permittantur longius aberrare, ita ut fere paralleli ſint, aut uniantur tantum in puncto F, tunc (*per* 46 *hujus*) objecta A, B, C, transferentur in horopterem; & duplicari videbuntur, verbi gratiâ punctum B, videbitur in G, & H, punctum A, in G & K, punctum C in H, & I. Quod ſi axis opticus uterque collimaret in aliquod ex his objectis propoſitis, verbi gratiâ, in punctum B, horopter eſſet linea AC; atque adeo quodlibet objectum in illius plano exiſtens videretur in ſuo proprio

Digitized by Google

proprio loco; & consequenter sine ulla multiplicatione.

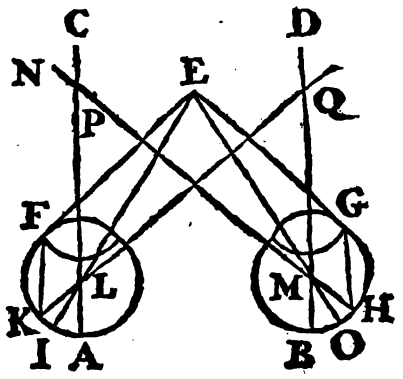
Non est tamen dissimulandum hunc modum explicandi non omnino satisfacere, fit enim transitus ab eo casu in quo horopteris ratio suam vim obtinet, ad alium casum, in quo nullam vim ex principiis supra positis habet.

Neque enim universalem fecimus horopteris doctrinam; sed eam coarctavimus, ad circumstantias, in quibus facilè per interjecta corpora de verâ objecti distanstiâ nulla posset haberi certa cognitio. Deinde rationem attulimus, quod oculus se conformaret objecto ad quod dirigit axes opticos; quod in hoc casu locum non habet; cum enim myops, verbi gratiâ, admovet oculis legendos characteres, licèt ob nimiam viciniam non possit axes unire in unum objectum, quod pertinet tamen ad dilatationem, aut coarctationem crystallini; verè se accommodat objecto vicino; quod legere conatur, & de facto non obstante ea confusione, quæ ex multiplicatione oritur, legit; ideoque nulla videtur esse ratio propter quam multiplicentur objecta, neque enim objecta transfert in horopterem, sed videt ea vicina esse. Excogitanda igitur est aliqua ratio universalior, quæ etiam horopteris doctrinam poterit confirmare.

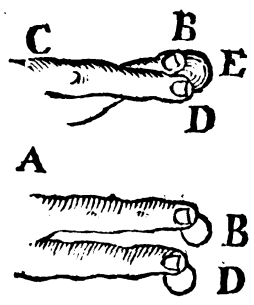


Sint igitur oculi A & B. axes optici AC, BD; sint aut paralleli, aut fere paralleli, sitque objectum C, in uno axe optico, videbitur secundum lineam AC, & quia sufficienter cognoscitur ejus distantia, eò quòd oculus se accommodaverit ad illud videndum distinctè, vi illius cognitionis, quam unus oculus habet de objecto valde vicino, poterit videri in proprio loco; nempe in C. Sit alius axis opticus BD, longiùs aberrans à puncto C, quare valde obliqui sint radii CE, CF; intelligaturque per centrum retinæ G, ducta linea CGH. Constat radios valde obliquos post lentes vitreas non bene uniri cum perpendiculari. Ergo radij CE, CF, qui in tali casu sunt obliquissimi, longiùs aberrabunt à perpendiculari, CGH, uniantur ergo in puncto K, supra aut infra punctum H, ducaturque linea KGI; sed (*per 6. primi hujus*) videtur objectum in linea ducta ab imagine, per centrum retinæ; igitur videbitur objectum secundùm lineam K G I; ergo multiplicatum; & hoc ita evenire comprobat experientia. Nam oculus A, videt objectum in C, & oculus B, videt illud in I, alternato situ; ita ut si claudatur oculus dexter, desinat objectum videri in parte dextra.

In quo unum notari potest, accidere plerumque ut objectum ab uno oculo videatur valde distincte, ab alio valde confuse. Ut in proposito exemplo, cum objectum C, ab oculo A, videatur per axem Opticum (*per 26. 1. hujus*) distincte videbitur, cum autem ab oculo B, non videatur per axem opticum, minus distincte videbitur. Addo ulterius sæpe accidere, ita confuse videri objectum ab uno oculo, ut ad eam visionem vix præbeatur attentio, præcipuè quando in eodem loco, alter oculus objectum aliud distinctè percipit.



Restant duo hîc explicanda quomodo non tantum illud objectum, quod in uno tantum axe optico positum est, multiplicatum videatur: sed etiam alia omnia, quæ non sunt in horoptere. Sint igitur ut prius oculi A, & B, axes AC, BD. Objectum E, inter utrumque axem. Intelligatur per centrum rétinæ utriusque oculi, nempe L & M, ductæ lineæ ELI, EMO, cum imago objecti E, in oculo A, sit ad sinistram respectu axis optici, & in oculo B, ad dexteram respectu axis optici, contra consuetum morem. Jam ex eo capite potest esse hallucinatio; ut quando in crucem dispositis duobus digitis ejusdem manus,



nempe AB, CD, globulum E, cum aliquo motu tangimus, ille globus geminatus apparet; q ia si digiti more ordinario extenderentur, impossibile esset, ut partes illæ B & D, quæ exteriores sunt tangerent simul, nisi duos globos distinctos atque adeo posset eo capite peti ratio hujus hallucinationis, sed adhuc habemus aliam rationem magis plausibilem.

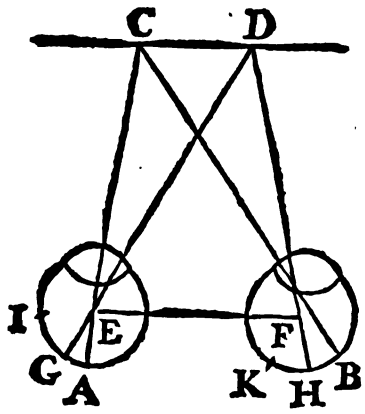
Cum radii EF, EG, vi quorum videtur objectum E, in oculis A, & B, non uniantur perfecte cum lineis per centra retinarum ductis, nempe cum ELI, EMO, sed tantisper aberrent, errorque sit in contrarias partes; eò quòd servetur uniformitas refractionum; nempe si radius EF, cadit ad sinistram lineæ EI, verbi gratiâ, in punctum K, radius EG cadet supra punctum O ad dexteram, ut in punctum H; si ducantur per centra retinarum L & M, lineæ KLQ, HMP, (*per 5. primi hujus*) objectum E, videbitur in lineis KLQ, KMP, & quia oculus conatur se accommodare objecto E, quoad dilatationem, aut coarctationem crystallini, videbit per lineas HMP,

K L Q, objectum in eadem distantia nempe in P & Q; ergo multiplicatum.

Posset esse difficultas, quod si hoc ita se haberet, esset magna confusio nempe objectum E, in oculo A, videretur in K & I; sed sciendum est dum objecta sunt valde oculo vicina, pupillam fieri minorem, ideoque licèt omnes radii, qui per pupillam transmittuntur satis perfectè uniantur, non tamen sequitur quod uniantur cum linea ducta ab objecto per centrum retinæ, quæ excluditur ab uvea quoties objectum obliquè spectatur.

Objectum verò quod propius accedit ad unum axem verbi gratia objectum N, licet sit ad sinistram utriusque axis, quia tamen est valde vicinum axi A C, & valde remotum ab axe B D, ideoque videtur obliquè ab oculo B; & satis perpendiculariter ab oculo A, eadem sequetur multiplicatio, quæ in primo casu in quo objectum in uno axe optico fuerat collocatum.

Restat ut nullus superstit in hac materia dubitandi locus, ut ostendamus nullas hujusmodi hallucinationes accidere respectu objectorum in horoptere, aut ejus plano positorum. Sint pariter



oculi A & B; axes optici AC, BC, clarissimum est quod objectum videbitur in C, cum radii omnes ab objecto C, in utrumque crystallinum incidentes uniantur in punctis A & B, immò radii CA, C B, sint etiam principales, non tantum secundum quos videtur objectum, sed etiam per quos videtur, hoc est non tantum objectum C videbitur esse in lineis A C, B C, sed etiam radii luminosi CA, C B, sunt determinativi oculorum ad videndum.

Detur aliud quodcumque objectum D, videndum, dico vel illud videndum ab utroque oculo in suo proprio loco, vel si in alieno; ab utroque oculo videndum in eodem loco, vel tandem si in maxima obliquitate videatur, ita obscurè videndum, ut tantum per nebulam. Unde in tali casu non poterit advertere oculus, an geminatum videatur necne. Sint enim centra oculorum E, F ducantur lineæ DEG, DFH, primò non erit locus illi errori de quo supra, quod imago objecti D, depingatur ad dexteram axis Optici, in uno oculo, & ad sinistram axis optici in alio oculo; sed necessariò in utroque oculo depingetur in simili parte: quia nempe punctum D, & quodcumque aliud in horoptere existens, æqualiter distat ab utroque axe nempe à puncto concursus C.

Deinde radii in utrumque oculum ab eodem objecto incidentes ferè eodem modo inclinati sunt ad utrumque oculum, ideoque eandem refractionem patiuntur, & ex eadem parte; ergo vel uniuntur in ipsa linea per centra retinarum transeunte, vel non longè ab illa. Si primum videbitur objectum in suo proprio loco ab utroque oculo, & consequenter nullo modo erit multiplicatum, ut si objectum D uniat radios, qui ab ipso ad diversas crystallini partes ducuntur in punctis G & H; verè punctum D videbitur (*per 5. 1. hujus*) in puncto H. Si vero quia nimis sunt obliqui radii non satis perfectè uniri possunt in punctis G & H, uniantur in punctis I & K, dico illa ita distare ab invicem, ut lineæ IE, KE, quas non duxi vitandæ confusionis gratia, in idem punctum lineæ CD, incidant.

Et primò quidem si punctum D, non multùm distet à puncto C, neque lineæ GD, HD, multùm distabunt ab axibus EC, FC, & consequenter satis perfectè unientur cæteri radii à puncto D procedentes, in punctis G & H, & consequenter in proprio loco ab utroque oculo videbitur.

PROPOSITIO LX.

Theorema.

Si alternatim oculi claudantur, & aperiantur quæcumque sunt in horopteris plano immota apparebunt, objecta verò extra horopteris planum sita, apparenter movebuntur.

Hæc propositio est tantùm consectarium præcedentis doctrinæ; quæcumque enim sunt in horopteris plano, in uno eodemque loco ab utroque oculo cernuntur. Ergo clauso alternatim oculo in eodem loco videbuntur, modò semper idem sit horopter; non erit autem idem, si axes Optici dum clauduntur oculi, & aperiuntur, non maneant eòdem modo directi, sed mutent directionem suam, tunc enim mutatur horopter, & illius planum. Et ut verum fatear; est satis difficile quin hujusmodi motus palpebrarum refundatur in totum oculum, & mutet directionem axium Opticorum.

Secunda item pars facilè probatur. Quæcumque extra horopteris planum sunt posita, geminata apparent, & in diversis locis ab utroque oculo; ergo si alternatim claudantur, & aperiantur oculi, modò in uno, modò in alio loco spectabuntur, sed quæ hoc modò se habent, moveri videntur: ergo quæcumque sunt extra horopteris planum, moveri videntur, dum alternatim oculos aperimus, & claudimus; quod erat ostendendum.

Addo ulterius hujusmodi hallucinationem multùm juvari, ex eo quod sæpe objectum comparatur cum partibus, & membris corporis quæ simul cum objecto videntur; ut dum spectamus objectum aliquod directè, & in axe communi positum, dum oculus dexter illud comparat cum naso, illud videt magis ad dexteram quam nasum, è contra verò oculus sinister; ergo comparativè ad nasum videbitur mutare locum, quod si compararetur cum objecto magis diffito, contrarium eveniret. Oculus enim dexter illud ad partes sinistras transfert, & sinister ad dexteras.

PROPOSITIO LXI.

Quomodo motus videatur.

Certum est primò motum per se, & immediatè, nec videri nec esse objectum oculi, cum enim locus proprièloquendo immediatè non *sit* visibilis, neque

Digitized by Google

neque etiam mutatio loci visibilis erit. Adde quod immediatè solus color, & lumen, sunt objecta oculorum, locus autem, & motus nihil sunt hujusmodi, ergo videri non possunt. Multi tamen modi sunt quibus vi illius impressionis, quæ fit in oculo ab objectis, motum percipere possumus, saltem motum respectivum, nempe quod objectum habeat alium situm respectivè, aut ad nos ipsos, aut ad partes universi, quas immotas credimus. Ostenditur autem motum tantum respectivè sumptum à nobis percipi: si enim totus orbis simul à Deo moveretur, nulla fieret in nostris oculis mutatio, unde talis motus nos lateret, ex quo fit, ut sit adhuc controversum, si solam rationem naturalem spectemus, an sol & astra, an ipsa terra moveatur.

Si diversæ partes retinæ immotæ, successivè ab eodem objecto afficiantur, tale objectum moveri videbitur, ut si formica immotæ manus partes successivè percurrat, & vellicet, moveri sentietur: ergo pariter si idem objectum suam imaginem in diversis partibus retinæ exprimat, cum videatur objectum in linea recta ab imagine per centrum oculi ducta, videbitur successivè in diversis locis, seu mutare locum.

Secundò ex motu oculorum. Si enim ut objectum distinctè percipiamus, seu per axes opticos, necessarius sit aliquis motus ipsius oculi, cæteris partibus corporis, aut immotis, aut saltem non sensibiliter motis; cùm nullus motus partis corporis fieri possit, quin adducantur, aut remittantur aliqui nervi, & musculorum fibræ; ideoque comprimatur, aut dilatetur; sentietur ille motus, & ex eo motus objecti percipietur.

Tertiò è contrà verò si sentientes nostrum motum videmus, aliquod objectum eodem modo oculis nostris objici, illud moveri nobiscum judicamus; ita dum ambulamus, nobiscum moveri lunam, passibusque æquis nobiscum procedere existimamus.

Quartò dum objectum diversis alicujus corporis, aut immoti, aut certè non sensibiliter moti partibus successivè respondere videmus, illud moveri judicamus.

Si corpus aliquod sub majori, aut minori angulo successivè videamus, ideoque ejus magnitudinem apparentem, aut augeri, aut minui ad nos accedere, aut recedere æstimamus. Si verò nihil horum accidat immotum judicamus.

PROPOSITIO LXII.

Theorema.

Quæ velocissimè moventur nisi sint valdè lucida nullo modo videntur.

Experientiâ constat, bombardarum globos si transversim spectentur nullo modo videri, dixi transversim; si enim spectentur secundum lineam in qua moventur, videbuntur quia diu respondent eidem oculi parti, eandemque situm respectu nostri diu retinent.

Est satis difficile hujus indubitatæ experientiæ rationem aliquam reddere, immò aliquid ab ea deduci facilè potest.

Dicunt aliqui quod obtutus debeat fieri in tempore, eò quod axis opticus singulas objecti partes percurrere debeat; sed puto non solvi difficultatem, qui enim obtutum in tempore fieri existimant, simplicem aspectum in instanti fieri asserunt. Quare esto non possit aliquis perfectissimam cognitionem illius objecti tam brevi tempore consequi, deberet tamen, uno intuitu totum videre, maximè si sub angulo non ita magno videatur, ut ejus extremitates non multum ab axibus opticis aberrent. Nam si vel per unum instans tale objectum sit in loco, unde in oculum sufficiens lumen reflectere possit, ad hoc ut sequatur visio; dùm productio luminis communiter instantanea existimetur, debet etiam sequi visio, si autem fiat visio, quare non ab ea determinatur phantasia.

Ex eo concluderet forsitan aliquis non ineptè, admitti necessariò debere aliquam successionem, aut in lumine, aut in sensatione, & modo in alterutro concedatur, totam difficultatem evanescere. Ponatur enim visio fieri eo modo quo tactus, cum tactus fiat eò quòd, vel organum moveatur contra objectum, vel objectum contra organum, quo cum quia penetrari non potest, comprimuntur ejus partes, aut certè dividuntur. Anima autem hujusmodi compressionem persentiscit; ita & in oculo dicendum esset, nempe quod lumen per verum motum localem ad retinam usque deferatur, eamque pungat; si inquam aliquis hoc totum assereret, posset se facilè ab hac difficultate expedire.

Diceret enim consequenter luminis partes eodem ferè modo sibi invicem succedere, quo in fontium ejaculationibus, quarum priores partes subsidunt, nisi continuò subsequentium impulsu protrudantur ulteriùs, ex quo fit ut dum ad globum balista emissum, incurrit aliqua luminis pars, remittitur quidem versus oculum. Quia tamen globus prætervolat, nulla sequetur à tergo alia pars luminis, quæ prioris motum continuet; unde subsidit, illa prior neque ad oculum usque progreditur: nisi aliquantisper, aut in eodem loco moram faciat, aut saltèm non ita celeriter progrediatur, ut aliæ luminis partes, per eandem non quidem mathematicè lineam, sed per eandem physicè illius motum urgeant, & continuent.

Qui nullum hujusmodi in luminis propagatione motum admittet, si tamen successionem non respuat, facilè poterit se extricare. Posset enim dici lumen non moveri localiter, sed dari in ejus productione successionem, eo nempe modo quo communis opinio, in soni propagatione successionem admittit, licèt motum localem non agnoscat; quod tamen puto satis difficile explicatu, in illis qualitatibus, quæ contrario carent, atque adeo quæ nullam habent resistentiam passi superandam. Quare quomodocũque explicetur talis successio, si tamen admitteretur, dicendum esset quod priùs tempore in parte spatii viciniori agenti, produceretur lumen, quam in remotiori: ex quo sequitur, quod si interrumpatur, illa concatenatio antequam lumen productum sit, usque ad extremitatem sphæræ activitatis, cesset omnis actio, neque ulteriùs propagetur. Cùm ergo propter reflexionem in globo celerrimè licet moto, producatur lumen versus oculum cesset tamen hujusmodi actio antequam ad oculum usque protendatur, eò quòd amoto globo, tollatur reflexio, consequenter nulla fiet visio. Demonstrabo inferius, non ita explicari posse luminis propagationem, ut dicatur luminosum, producere lumen prope se & illud lumen productum, aliud producere, & ita cõsequenter; ita ut extremum lumen, à solo lumine vicino dependeat,

dependeat, ſed dicendum eſſe quodcumque lumen ab agente primario, & ab intermedio dependere: alioquin nulla eſſet ratio quare propagaretur tantum per lineam rectam ab agente primario ductam. Quare ſublato celerrimè globo, & deſinente reflexione, interrumpitur linea reflexa, ex quo ſequitur perire lumen reflexum antequam ad oculum perveniat. Et cum ut oſtendimus primo libro, neceſſarium ſit lumen ab objecto ad oculum reflecti, ut ſequatur viſio: in noſtro caſu nulla fiet.

Qui nihil tale admittet in lumine, ad oculum recurrat, & agnoſcat in ejus actione ſucceſſionem aliquam. Si enim primò retina ſe accommodare debet diſtantiæ objecti ob oculo; ut illud diſtinctè percipiat, vel quod in idem recidit, debeat cryſtallinus coarctari, aui dilatari, prout exiget eadem objecti diſtantia, quæ cum ſine tempore fieri nequeant; ſi interea præterierit globus nulla fiet viſio.

Vel recurre ad ſpiritus qui advocari debent, ad hoc ut viſio fiat, non poſſunt autem tantâ celeritate accurrere, ut imago objecti non jam oblitterata fuerit in oculo.

Quod ſi præter luminis appulſum in retina aliquid aliud à tali lumine produci velis; eandem difficultatem ſolves. Comparetur enim id quod patitur retina ab objectis, ſive medio lumine tantùm, ſive aliquæ aliæ ſpecies in ſubſidium advocentur, cum eo quod patitur ſubjectum quodcumque ſolaribus radiis, per lentem convexam tranſmiſſis, & unitis expoſitum. Non enim ſtatim, atque punctum foci attigit, aliquid ſenſibile patitur; ſed ſenſim diſponitur donec tandem comburatur; ſi lumen eſt productivum caloris. Unde nobis oculi dolent, quoties illuſtrem colorem fuerunt diutiùs intuiti. Ita etiam dicendum eſt, non ſtatim retinam aliquid ſenſibile pati, atque lumen & ſpecies ab objectis excipit, ſed neceſſariam eſſe aliquam moram licet exiguam. Neque mihi in omnem partem oculos verſanti aliud in mentem venit. Sufficiat indubitata experientia, rationes enim in hac materia ulteriores reddere potius ad phyſicam, quam ad matheſin ſpectare puto.

PROPOSITIO LXIII.

Theorema.

Quæ celerrimè feruntur ſi tamen videantur totum per quod feruntur ſpatium complere videntur.

Afferam experientias communes. Dum longior fidium chorda vehementius impulſa celerrimè vibratur, totum ſpatium ad quod ſe extendunt vibrationes occupare videntur, unde quia vibrationes ſemper minores, & minores fiunt, coarctatur ſenſim illud ſpatium, ita ut tandem intra propriam magnitudinem ſe contineat. Dum pueri accenſos titiones in orbem agitant, vident integrum circulum abſolvi. Fulgur dimidium ſæpe cœlum ſuo lumine adæquat, cum tamen ſimul in toto illo ſpatio non inveniatur, ſed ſucceſſivè illud percurrat. Ita trochorum. & rotarum celerrimè motarum partes in circulos extenduntur, & alia innumera exempla; horum quæritur ratio.

Primò quidem requiritur, ut totum ſpatium quod percurritur ſit tale, ut totum ſimul ab oculo luſtrari poſſit, ſi enim pars ejus tantùm aliqua ſub aſpectum caderet, difficile eſſet, ut tale objectum videretur. Hæc communiter ratio affertur, Tempus breviſſimum à nobis ſenſibiliter dividi non poteſt, ita ut differentia inter utrumque ab ullo ſenſu, aut externo, aut interno facilè percipi non poſſit, ita dum alias experiri vellemus, interea dum certam ſemivibrationem abſolveret funependolum trium pedum, quot pedes percurreret lapis, per lineam rectam decidens, mirum quanta requireretur attentio, ut diſtingueremus quinam ex his motibus priùs abſolveretur; licèt utrumque corpus tinnitum ederet. Sed breviſſimum tempus, & à nullo ſenſu diſtinguibile in duas partes, ad ſenſum diviſibile non eſt in partes priores, & poſteriores, quòd verè diviſibile non eſt in partes priores, & poſteriores, illud ad ſenſum totum ſimul eſt, ſed motus illius mobilis, quo ſucceſſivè invenitur in toto illo ſpatio, eſt indiviſibile in partes priores, & poſteriores, cùm tempus in quo illæ partes motus exiſtunt ſit ita indiviſibile; ergo ſimul ad ſenſum illud mobile videbitur in toto illo ſpatio.

Sed ni fallor hæc ratio petit principium, & ignotum per ignotius explicat, quæram enim, quare ſenſus non poteſt diſtinguere inter partes priores temporis, & poſteriores, cum enim tempus ex Ariſtotele, ſit numerus motus ſecundum priùs, & poſterius, eſt idem dicere me non poſſe diſtinguere inter partes priores, & poſteriores ac inter partes priores, & poſteriores motus. Quod dicitur de auribus, eandem puto continere difficultatem, atque adeò non eſt reſpondere, idem aliis vocibus explicare, aut unam difficultatem ad aliam majorem traducere.

Ut hunc nodum extricem. Dico eam impreſſionem, quæ fit in oculo ab objectis, non eſſe ita inſtantaneam, ut perſeveret tantum per inſtans, ſed neceſſariò aliquandiu perdurare, cujus aſſertionis primò affero in alio ſenſu experientiam ſatis ludicram veram tamen; Vidi ego aliquando puerulos inter ſe colludentes, & ſponſione inter ſe certantes, nempe unus alteri ſpondebat aliquid, ſi aſſem quē fronti ipſius impreſſiſſet quocumque motu capitis, aut etiam ſaltu excuteret, modò tamen nec manum adhiberet, nec ad alia corpora frontem affricaret. Applicatus eſt potentiſſimè, & diu aſſis ille, ſpecie quidem ut fronti adhæreret, qui tamen ſublatus eſt, relictumque ſolum illius veſtigium, altius impreſſum, mirabar deluſum puerum, diu caput agitare in ſcamna, & menſas aſcendere, & deſilire, ut eo ſaltu adhærens (ut putabat) aſſis decuteretur. Ex quo cōcludo quamdiu permanſit impreſſum in fronte, aſſis veſtigium, tamdiuu perſeveravit ea ſenſatio, quâ aſſem illum tangebat: ergo etiam in tactu hoc habemus, quod objectum abſens tangere, ut ita dicam palpare poſſimus; ſi nempe reſtet ea conformatio, & compreſſio, partium, quam in organo corpus illud produxerat.

Affero item aliam experientiam, Vidi aliquos, qui nimis diu ſolem in Eclypſi oculo nudo ſpectaverant, qui poſt menſem integram ſolem flavi alicujus coloris ſibi obverſantem continuò viderent; ſed poteſt etiam ſine periculo talis experientia fieri. In feneſtræ alicujus foramine, depingatur figura quælibet, ut crux coloris præcipuè illuſtris, ut rubei, clauſoque undique cubiculo, oculum in hujuſmodi crucem defige, perſeveretque obtutus in hujuſmodi objectum defixus, aliquandiu. Claudatur oculus videbitur adhuc idem objectum, & primò eundem colorem retinebit. deinde ſenſim in flavum degenerabit, viridem referet, &

Digitized by Google

& ita deinceps. Addo insuper quod etiam aperta feneſtra ſimul cum aliis objectis crux illa videbitur, in ſingulis quaſi corporibus impreſſa. Et hanc experientiam ſi communia tantum admittuntur principia vix puto ſatis explicari poſſe; ſi enim ſpecies, ut vocant viſibiles ſunt fluxæ naturæ, talemque habent à ſuis objectis dependentiam, ut ab iis conſerventur, quomodo in tali caſu, iis amotis conſervabuntur. Cur neceſſarius fuit diuturnior aſpectus, neque enim ad ſpecierum viſibilium productionem requiritur ullum tempus, neque melius ex diuturniori perſeverantia in eodem ſubjecto radicantur; recurrendum igitur erit ad concurſum ſpirituum per nervum opticum in hujuſmodi partem confluentium, & eam figuram induentium; ſed neque hoc modo effugies niſi ad aliquod aliud principium recurras; quo facilè propoſitæ quæſtioni fiat ſatis. Quæro enim an hi ſpiritus ſint viſibiles, poſſintque aliquandiu determinare oculum ad viſionem alicujus objecti extrinſeci, etiam ſublatis omnibus ſpeciebus. Si ſemel hoc admittatur, ſoluta eſt quæſtio prius propoſita, nempe rationem invenimus, cur quæ celerrimè feruntur totum ſpatium occupare videantur. Cum enim ut hac experientia conſtat, ad locum retinæ in quo fit viſio objecti illuſtris, accurrant ſpiritus qui eandem viſionem, etiam ſublata omni ejus actione continuent, interea dum objectum movebitur ad ſequentes ſpatij partes, videbitur tamen etiam eſſe in partibus antecedentibus; ergo ſimul totum illud ſpatium occupare. Quod explicandum erat.

Recurrent alii ad naturam luminis, & ſpecierum, aſſerentque tantam non eſſe eorum dependentiam ab agentibus primariis, ut iis ſublatis continuò deſinant. Experientiam aliam afferunt lapidis Bononienſis qui lumen ita ebibit, ut per aliquod tempus illud retineat. Invenitur enim in agro Bononienſi lapis tantiſper perlucidus, qui ſi radiis ſolaribus aliquandiu exponatur, deinde intra clauſum cubiculum deferatur; aliquid lucis emittit, quæ ſenſim tandem evaneſcit. Ex eo autem principio poterit ſolvi præſens difficultas: nam ſi lumen aut ſpecies tantam non habeant dependentiam à ſuis objectis ut non aliquantiſper perſeverent; igitur ſpecies illa, & lumen ab objecto præcipuè illuſtri emiſſum in oculum, interea dum primas partes ſpatii percurrebat, illud in eodem loco repræſentabit, etiam dum poſteriores ſpatii partes attigerit: ergo in toto ſimul ſpatio videbitur.

Reſtat ut id explicem in opinione quæ apud recentes phyſicos eſt ſatis communis, non ut me illi addicam, ſed ne aliquid huic noſtro operi deeſſe videatur: miraberis, forſitan quod ſæpe in rebus phyſicis non ſatis clarè opinionem aperiam, nec dicam cui ſubſcribam.

Facilis eſt reſponſio, Mathefis ſcientia eſt, quæ ab opinione dependere non debet, ne opinionis incertitudinem participet: quare ejus concluſiones, eædem perſeverare debent, cuicumque tandem in rebus phyſicis te opinioni addicas; immo omni opinioni tuendæ perutilis eſt, nonnunquam tamen aliquibus magis favet, quam aliis, aliarum item falſitatem deregit. Hunc morem ut plurimum ſecutus ſum in Theologia, ut quantùm fieri poſſet eam à philoſophicis tricis independentem redderem, ne res ita ſublimes, & ad fidem & Deum pertinentes, indecoro addicerem ſervitio. Eundem & in hoc opere morem ſervabo quantum fieri poterit, omnique opinioni Mathefin noſtram accommodabo. Si quando tamen accidat, ut ex noſtris principiis infringatur aliqua opinio, non diſſimulabo, nec plus robotis unquam argumentis noſtris tribuam, quàm verè in ſe obtineant, ut ſincero animo, & ex veritatis ſtudio egiſſe videamur.

Quare explicanda eſt hæc aſſertio, & accommodanda opinioni, quæ ut dixi ſatis inter recentiores phyſicos communis eſt. Hæc autem viſum cum Ariſtotele ſpeciem quandam tactûs eſſe exiſtimat, lumenque corpus aliquod ſubtile, quod facilè omnium corporum opacorum à quo reflectitur figuræ ſe accommodat, eamque induit; unde ubi ad retinam valde tenuem, & flexibilem pervenerit, eam per motum ſuum localem impellit, eique qam habet objectorum figuram ad modum ſigilli imprimit Hæc figura quamdiu perſeverat, tamdiu & illius objecti viſio; communiter tamen amoto objecto obliteratur, quia non eſt altius impreſſa, ideoque à ſuperveniente alio lumine, aliam figuram induere retina cogitur. Si tamen illuſtrius ſit objectum, ideoque potentius, & quod majore vi, & violentia, immò denſiores radios in retinam emittat, altius defigitur hæc objectorum imago, & figura; profundiuſque hujuſmodi characteres inuruntur; ex quo fit ut à ſuperveniente impreſſione obliterari non poſſit. Facilè item explicatur quomodo ſenſim alium colorem languidiorem induat, nempe cum retina vi propria, & quaſi aliquo modo elaſtica, ſe ad ſtatum connaturalem reducit, & ut ita dicam complanatur; langueſcit hujuſmodi impreſſio, immò in multis mutatur, & alteratur. Sume exemplum in charta madefacta cui ſigillum impreſſiſti, cum hac impreſſione aliquæ ejus partes compreſſæ ſunt, aliæ verò plus æquo dilatatæ, non complanabitur hæc charta, nec amittet hujuſmodi quin multi fiant quaſi ſinus, & anfractus, & omninò diverſi ab iis qui per primam illam impreſſionem in ea fuerant producti. Quod explicarem ſimilitudine aliqua; ſolent inciſores æris, variè laminas incidere, ut imaginem aliquam efforment, aliquando lineis in longum tantum ductis; aliquando tranſverſim etiam actis, unde eſt aliqua diverſitas in imagine. Eadem proportione ſervata, aſſerunt in radiis luminis inveniri denſitatem, pro ut à variis coloribus reflectuntur quam diverſitatem experitur ipſa retina: ponamus autem, exempli gratiâ, radios luminis à colore rubeo remiſſos, ita diſpoſitos eſſe, ut punctuatim procedant, & punctuatam in retina imaginem exprimant. Dum retina ſe ad proprium, & connaturalem ſtatum reducit, neceſſarium eſt, ut ſingulæ cavitates punctuatæ ſinum aliquem faciant, & quaſi in longum ex aliqua parte abeant, ergo quæ prius punctuata erat imago jam ex lineolis conſtabit; ergo alius color repræſentabitur, atque alius deinceps, donec tandem perfectè retina complanetur.

Putant etiam ſe rationem reddere, quare dum comprimitur oculus; apparet aliqua lux in regione oppoſita, immò dum alicui alapa infligitur, videntur emicare ſcintillæ. Cum enim non poſſit, aut comprimi oculus, quin etiam alicubi corrugetur retina, & ſinuetur, eodem modo patitur, quo ab radiis luminis pateretur, ſi in illam inciderent; ergo debet videre, aut ſcintillas emicare in parte oppoſita. Sed quidquid ſit de ea opinione, ſuas enim habet difficultates inferiùs explicandas; certum eſt in ea bene explicari poſſe propoſitionem noſtram, nempe quod objecta, præcipuè vero illuſtria, celeriter mota totum ſpatium occupare videantur, cùm

cùm enim imago objecti non obliteretur in inſtanti; ſed aliquandiu perſeveret, debet neceſſariò objectum videri in prioribus partibus, etiam interea dum poſteriores decurrit. Ergo & totum ſpatium occupare.

Ex quo ſequitur, ea quæ circulariter celerrimè moventur, ſuaque veſtigia relegunt, videri quieſcere, cum enim ea quæ diximus celerrimè mota, totum ſpatium, per quod moventur, occupare videantur, corpus illud occupare videbitur totum circulum, quem peragrat. Quod autem ſemper eundem circulum occupat non movetur, ergo quod circulariter movetur, quieſcere videbitur, ita puerorum Trochi etiam ab iis quieſcere dicuntur, & dormire.

Sequitur etiam ex eo anfractuoſum corpus multis exaſperatum lacunis, complanatum videri, ſi celerrimè moveatur in orbem. Cum enim quælibet pars in toto circulo appareat, latere hujuſmodi lacunas, & ſcabities neceſſe eſt, ita dum torno aliquid elaboratur, perfectè politum exiſtimamus opus, interea dum celerrimè volvitur, quod ubi re vera quieſcit, imperfectum eſſe deprehenditur.

PROPOSITIO LXIV.

Theorema.

Navigantibus navis ſtare & littora moveri videntur.

Experientia clariſſima eſt, & quam nullus negare poteſt. Præcipuè verò dum uno tenore, aſpirante vento, fertur navigium, ratio autem eſt, quia motus per ſe, & immediatè ſenſibilis non eſt, præcipuè verò ille motus, quo ſimul cum aliis corporibus deferimur, ita ut nulla fiat in ullo corporis membro compreſſio; ergo ex nullo capite dignoſci poteſt navigii motus. Quæ verò ſucceſſivè diverſis partibus retinæ, aut quæ ita oculis objiciuntur, ut neceſſarius ſit aliquis oculorum motus, ut ſemper ſpectentur per axem opticum; ea inquam moveri videntur, (*per prop.* 58. *hujus*) & littora, & aqua reſtagnans ita ſe habent; ergo moveri videbuntur. Quod eſt clariſſimum ex ſuperioribus.

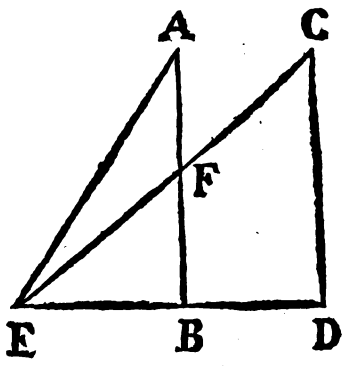
PROPOSITIO LXV.

Theorema.

Si duo mobilia æqualiter moveantur, quod longius ab oculo diſtat minus moveri videbitur.

Sint duo mobilia D & B, ſpectata ab oculo E: quæ æqualiter eodem tempore moveantur, & per lineas eodem modo oculo objectas. Sitque mobile B vicinius, & D remotius. Dico quòd mobile B videbitur majus ſpatium confeciſſe, quàm mobile D. Moveantur enim ita ut AB, CD ſint æquales, ducantur radii CE, AE.

Demonſtratio. Quoniam AB CD ſupponuntur parallelæ ut eodem modo oculo E objiciantur, (*per* 4. 6.) erit ut EB ad BF, ita ED ad CD. Sed prima EB, minor eſt tertia ED, ergo BF minor erit quam CD (*per* 14. 5.) ergo AB major erit quam BF. Unde angulus AEB ſub quo videtur AB, major erit angulo BEF, aut CED, ſub quo videtur linea CD ergo (*per* 3. *axioma hujus*) CD ſpatium confectum à mobili D remotiori minus videbitur ſpatio AB, confecto à viciniore, ergo B videtur confeciſſe majus ſpatium quam D.



Quæ propoſitio vera eſt in omni ſenſu; hoc eſt ſi aliter diſponerentur illa ſpatia decurſa, magnitudines enim æquales eodem modo oculo propoſitæ, ita ſe habent, ut quæ vicinior eſt, major appareat. Unde poſſent facilè revocari illæ omnes propoſitiones, quas fecimus de magnitudinibus, & applicari ſpatiis decurſis.

COROLLARIUM.

Ex hoc ſequitur quod eorum quæ æqualiter moventur, quæ ſunt remotiora, videantur à tergo relinqui, ut in oppoſito exemplo, etiamſi mobile æque fuerit motum ac mobile B, videtur tamen non ita proceſſiſſe, hoc eſt à tergo relinqui.

PROPOSITIO LXVI.

Theorema.

Quæ celerrimè moventur in maxima diſtantia quieſcere videbuntur.

Hîc afferimus rationem quare aſtra licet celerrimè mota, quieſcere tamen videantur, cum enim eò minus ſit apparenter ſpatium quod percurritur à mobili, quò fuerit magis diſtans, & aſtra tanto intervallo diſtent, inſenſibile eſt illud ſpatium quod percurritur aliquo tempore valde parvo. Ratio horum petitur ex eo quòd quamcumque magnitudinem metiamur ex angulo ſub quo videtur; ſed angulus ſub quo metimur ſpatium decurſum ab aſtro aliquo, intra minutum verbi gratiâ, eſt inſenſibilis; igitur & magnitudo illi reſpondens. Adde quod licet de facto hujuſmodi mobilia mutent locum, non tamen intra breve tempus quale eſt illud, quo inſtituitur comparatio; nulla eſt ſenſibilis mutatio, ideoque quæ tardiſſimè moventur, ita ſe habent reſpectu oculi, ac ſi non moverentur, videntur quidem eſſe, mota; non tamen moveri videntur; quia in nullo tempore quod propter brevitatem per modum unius ſumi poſſit, mutant ſenſibiliter locum. Ita horologiorum ſolarium umbras, vel automatorum indices, moveri non videmus, plantas, aut pueros augeri, & creſcere non videmus. Opus igitur eſt ut incrementum illud notetur, comparatione cum temporibus diſſitis longo ſatis intervallo, ut differentia aliquas ſenſibilis exurgat;

hæc

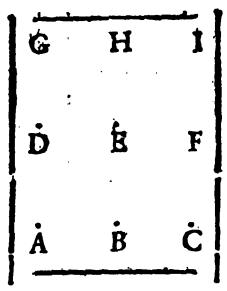
hæc autem ad memoriam potius intellectualem, quam ad phantasiam, aut sensum communem pertinent.

PROPOSITIO LXVII.

Theorema.

Inter ea quæ moveri videntur, ob aspicientis motum, propinqua magis moveri in contrarias partes videntur, quam remota.

Sit oculus A delatus successivè in B, C sintque objecta D, E, F, viciniora, & G, H, I, remotiora, dico magis videbuntur moveri objecta DEF, quam GHI.



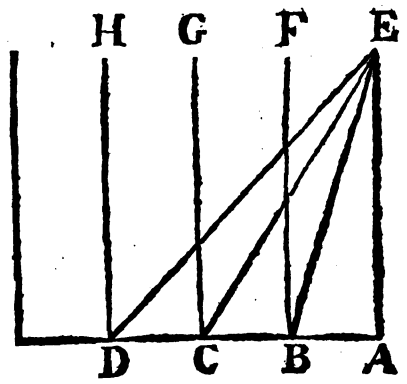
Demonstratio. Quando oculus delatus ex loco A, in locum B, objectum D videbitur percurrisse spatium DE, cum enim responderet oculo in A existenti, & jam punctum E eidem oculo respondeat, nec animadvertatur motus ipsius oculi seu aspicientis; punctum D videbitur percurrisse spatium E D, pariter punctum G, percurrisse spatium GH, sed spatium GH, apparenter minus est spatio AB; ut jam sæpè ostendimus; ergo objecta remotiora minus moveri videbuntur, quam vicina Ex quo fit ut planities moveri in orbem videantur, cum enim objecta remota minus moveri cernantur, quàm viciniora, fingimus quasi punctum aliquod immobile circa quod reliquæ partes moveantur. Nam cum linea DG, objiceretur oculo valde perpendiculariter, oculo verò posito in B, objiciatur obliquè, ita ut punctum G, minus motum existimetur, oculo verò posito in C adhuc magis obliquè exhibeatur; eodem semper puncto G, minùs moto, fingitur per imaginationem aliquod punctum ultra G quod adhuc minus moveatur.

PROPOSITIO LXVIII.

Theorema.

Oculo moto, & advertente ad suum motum, objecta proxima immota videntur, & remota in easdem partes moveri.

Dum aliquis movetur & verè percipit suum motum, eò quòd illum producat, & insudet in producendo; aut aliqua alia ratione illum motum sentiat; si objectum aliquod illi eodem modo proponatur, ita ut eumdem situm respectu illius objecti obtineat, judicat illud objectum secum moveri, eodem motu; sed quò objectum est remotius, eò minus mutatur situs quem habent ad invicem, immò tanta potest esse distantia, ut situs ille non mutetur sensibiliter; igitur objectum remotum moveri videbitur; eodem nempe motu, quo movetur ille qui respicit; & in easdem partes.



Sit nempe aliquis qui moveatur secundùm lineam ABCD, illique existenti adhuc in A, respondeat ad dexteram objectum E, si interea dum progreditur hic homo ab A in B, eodem prorsus modo videret objectum E, nempe in linea respondente ad angulos rectos viæ qua progreditur, deberet objectum E moveri ab E in F, & ex F, in G & ex G in H, neque potest hoc accidere, quin videatur moveri eodem nempe motu, quo ipse progreditur à puncto A in B, & à B in C, D. Si enim immotum supponatur punctum E, debebit illud videre post se per angulum ABE, ita ut videatur deficere à perpendiculari secundùm angulum FBE, & dum pervenerit in punctum C, secundùm angulum GCE, sed objecta valde remota non sensibiliter deficiunt à perpendicularibus; igitur videbuntur moveri eodem motu. Sit enim luna in puncto valde distante: si ex A, B, C, D ducantur lineæ ad lunam; erunt omnes sensibiliter perpendiculares, cum sint sibi invicem parallelæ: ergo in toto illo itinere eundem servabit situm respectu progredientis; sed objectum quod eundem servat situm respectu progredientis, & percipientis suum motum, moveri videtur eodem motu; ergo luna & quodcumque aliud objectum dissitum, moveri videbitur simul cum progrediente.

PROPOSITIO LXIX.

Theorema.

Si corpus tenebrosum moveatur prope lucidum; lucido motus tribuetur.

Experientia non est difficilis, si de nocte nubes ferantur in austrum, lunamque prætergrediantur, videbitur luna in septentrionem ferri, & nubes stare. Et primò quidem propter circumfusas undique tenebras, non possumus aliud corpus advocare in subsidium, ut per comparationem ad illud dignoscamus quodnam ex his moveatur; quia autem luna potiùs oculum ad se rapit, quàm nubes, cum sit corpus lucidum, nubes verò opacum & tenebrosum potius etiam illi motus tribuitur quàm nubibus. Cum enim axis opticus soleat sequi corpora, quæ moventur, & per comparationem ad alios terminos, quos per alios radios imperfectè, & magis confusè videt motum illorum metiri. Pariter cum luna ut lucidior magis moveat oculum, & connaturaliter

obtutus defigatur in objectum potentius, videamuſque majorem fieri diſtantiam illius axis optici à nubibus, judicamus potiùs lunam moveri quam nubes. Quod ſi accidat ut in ipſas nubes obtutum defigamus evaneſcit illa fallacia.

Poſſet etiam dici id oriri; eò quòd nubes majores appareant, quam luna, ex duobus autem facilius judicamus illud moveri quod minus eſt quam quod majus eſt.

PROPOSITIO LXX.

Theorema.

Qui in orbem aliquandiu moti ſunt, omnia in orbem moveri vident.

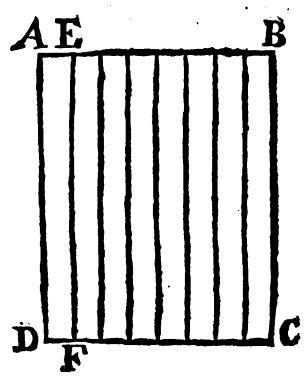
Hæc fallacia quæ accidit ex motu corporis circulari, univerſalior eſt, ſequiturque ex aliis motibus diuturnioribus. Ita qui diu navigaverunt, ubi terram attigerunt omnia eodem motu agitari vident, quem in mari paſſi ſunt; & hæc non tantum in oculis fallacia; ſed etiam communis toti corpori; ita ut ſedendo motum navigii percipiant. Quæritur hujus rei ratio. Scio communiter tribui ſpiritibus animalibus, qui ubi in orbem concitati ſunt, non ita facilè quieſcunt etiam ceſſante cauſa impellente, ſimilitudo deduci poteſt à liquore in vaſe contento, qui ſi ex motu vaſis, motum circularem concipiat, non propterea ſtatim quieſcente vaſe motum omnem amittet. Fateor me in hac materia duplicem pati difficultatem, prima pertinet ad motum hujuſmodi ſpirituum, cum enim in ſolis nervis ſpiritus animales contineantur, nervi autem ſint oblongi & cavitatem habeant exiguam, non ſatis video quomodo tamdiu continuari poſſit ille motus. Deinde etiam conceſſo tali motu non bene video quomodo motum eundem objectis apparenter affundere poſſint; neque enim cogitandum eſt, in hujuſmodi ſpiritibus objectorum imaginem imprimi, quam ſecum deferant, & ex eo imaginis motu moveri objecta videantur. Neque enim in ipſis fit viſio, eſto requirantur ad viſionem; credibile tamen eſt fieri in ipſa retina aliquem motum, qui cum non animadvertatur, ſucceſſive tamen diverſæ illius partes objectis applicantur, idemque ferè ab iis patitur, ac ſi reverà objecta moverentur.

PROPOSITIO LXXI.

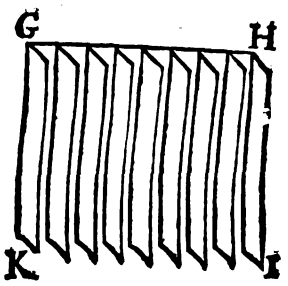
Theorema.

Teſſelatas imagines conſtruere.

Ne aliquid Opticæ noſtræ deeſſe videatur, aliqua problemata proponam, ex ſuperioribus principiis dependentia, præcipuè verò ex iis, propoſitionibus quæ aſſerunt, dum judicare de diſtantia non poſſumus, quæcumque videntur per eandem fere lineam, conjuncta apparere, hoc habet propoſitio 35, item unum oculum de diſtantia non judicare poſſe. Unde quæcumque ludicra hîc proponimus, uno ut plurimum oculo ſpectari debent, & ex determinato ſitu, & loco, immo ut facilior ſit hallucinatio per foramen ſatis exiguum, ne alia corpora videantur; & per comparationem ad illa, aliquod certum feratur de diſtantia judicium. Occurrunt primò teſſelatæ imagines. Habeantur ergo, duæ imagines omnino diſparatæ, quæ in duabus faciebus alicujus tabellæ valde tenuis depingantur, dividatur tabella in parallelogramma, quorum longitudo ſit eadem quæ tabellæ; latitudo verò unius circiter ſemidigiti, aut octo linearum, ſumatur alia tabella plana etiam depicta, cui agglutinentur ad angulos rectos hujuſmodi parallelogramma oblongiora, ſitque intervallum inter utrumque æquale latitudini unius parallelogrammi vel etiam paulò major. Ut verbi gratiâ, tabella ABCD in qua ſit depicta ima-



go, dividatur in quot volueris parallelogramma AEFD, & alia ipſi æqualia, ſit etiam depicta ex alia parte. Ne tamen pingatur ante diviſionem, alioquin præpoſtero ordine procederer. Nam ſi tota per modum unius obverteretur tabella ABCD, parallelogrammum ADFE, quod poſi-

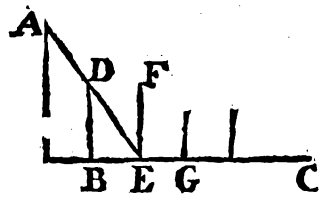


tum eſt ad ſiniſtram reſpicientis, inveniretur ſecundum aliam faciem ad ſiniſtram, quod non debet; ſed dum altera facies depingitur, maneat ſemper tale parallelogrammum ad ſiniſtram, & ita de aliis conſequentibus. Parallelogramma ex quibus conſtat tabella ABCD, ita diſponantur ſupra tabellam GHIK item depictam, ut intervallum inter utrumque ſit æquale aut paulò majus, quàm ſingulorum latitudo: ſintque perpendiculariter erecta ad tabellam GHIK, dico factum eſſe quod propoſitum eſt. Si enim directè reſpicias tabellam GHIK; videbitur imago in ipſa depicta, vix impediêntibus parallelogrammis. Supponimus enim ea eſſe tenuia, & minimam habere craſſitiem. Si verò obliquè eandem tabellam reſpiciamus; ea tantùm videbuntur quæ depicta ſunt in ſuperficiebus, verbi gratiâ ſiniſtris parallelogrammorum, oculo non advertente diſtantiam, quæ inter utrumque intercedit (*per 35. huius*) ſed ea quaſi uniente. Pariter dum obliquè intuebitur & ex alia parte; aliam imaginem videbit, igitur triplicem in una tabella videbit imaginem.

Fateor tamen ſi res ad mathematicam præciſionem exigatur ineſſe aliquid erroris, eò quòd prima parallelogramma, ſi diſſita ſint æquali intervallo ab invicem, minus congruent quam ultima.

Digitized by Google

tima. Nam ſi oculus A ſpectaret imaginem teſſelatam BC, deberet primum parallelogrammum



BD eſſe latius quam EF, ut linea ducta per D perveniret præcisè in punctum E, & ducta ex A per F attingeret punctum G. Unde deberet eſſe aliqua inæqualitas, vel in parallelogrammis, vel in intervallis.

Deinde prima parallelogramma nimis obliquè



ſpectantur; ideoque deformatur aliquantiſper imago, in iis depicta.

Unde alii non tres imagines depingunt; ſed tantum duas, diſponuntque parallelogramma, ita ut angulum circiter graduum 60, comprehendunt. Ut vides expreſſum in figura HI. Tunc enim magis directè ſpectantur.

Verum tamen modò reſpiciantur hujuſmodi imagines ex ſex aut ſeptem paſſibus ſatis bene procedunt, fiunt enim lineæ ſub quibus videntur phyſicè parallelæ, neque in iſtis rebus requiritur præciſio mathematica; ſed tantum phyſica: difficile tamen non eſſet omnia ad præciſionem exigere.

Poſſent autem adhuc plures imagines hoc modo diſponi, ſi præter hujuſmodi parallelogramma verticalia alia diſponerentur horizontaliter.

Quod dixi de parallelogrammis, de quibuſlibet etiam corporibus intelligendum eſt, ita enim explicandus eſt color aliquorum pannorum, quos mutabiles vocamus, eò quòd, pro vario ſitu mutent colorem, columbarum colores ita ſæpe explicari poſſunt.

Ita etiam complicari poſſunt librorum folia ut certo modo diſpoſita unam imaginem referant, & alio modo complicata aliam oſtendant.

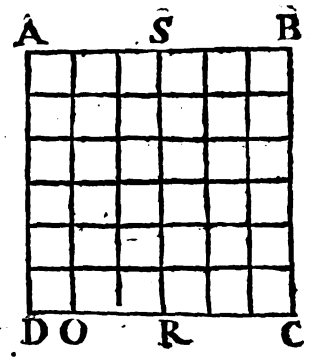
Item in longo ordine columnarum obliquè ſpectato, depingi poſſunt, quorumcumque objectorum imagines. In laquearibus, gradibus & quibuſcumque corporibus irregularibus, ita ut ex certo & determinato loco, ex quo diſtantia corporum irregularium animadverti non poſſit, omnia ſuo ordine digeſta appareant.

PROPOSITIO LXXII.

Problema.

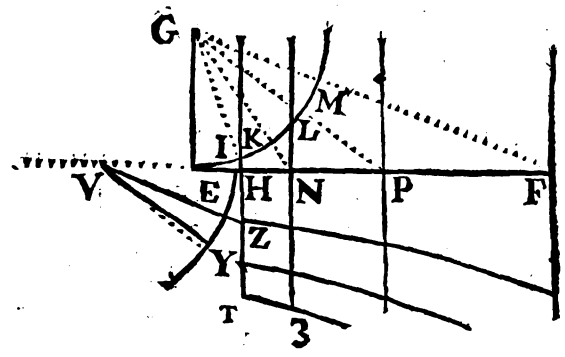
In plana ſuperficie, imaginem difformem delineare; quæ ex certo & determinato loco, omnibus ſuis partibus abſoluta videatur.

Licet ex Perſpectivæ regulis id facilè perfici poſſit, ſi nempe punctum principale ſatis longè ab objecto ſtatuatur, punctumque diſtantiæ ſuponatur valde vicinum, neceſſariò ſequetur ali-



qua deformatio in imagine, niſi ex certo & determinato puncto ſpectetur, aliter tamen perficietur.

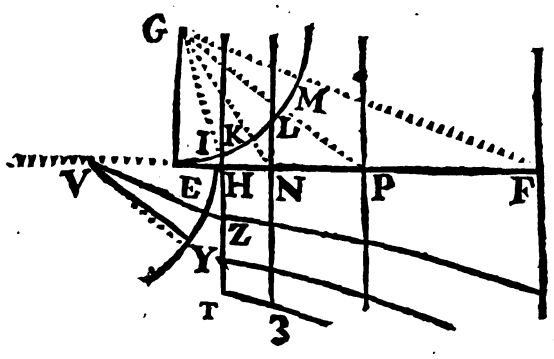
Primò habeatur prototypus delineandus bene, & ex arte compoſitus, qui dividatur in parva quadrata ut vides in figura ABCD. In ſuperficie autem plana in qua deformandam ſuſcipis eam imaginem, ducatur linea EF ad quam ex puncto E duces perpendicularem EG, & quo minor erit



EG, eò difformior erit imago. Sumatur linea EH repræſentans lineam DO, illi ſit æqualis aut inæqualis, parum intereſt. Ducatur linea GH, fiatque ex G ut centro intervallo quocumque arcus EM, ſecans lineam GH in puncto I. Sumantur continuò arcus IK, KL, LM æquales arcui EI, ducanturque GKN, GLP, GMF, lineæ EH HN, NP, PF videntur ſub æqualibus angulis, igitur ſi diſtantiæ nulla ratio habeatur, ut hic nulla haberi debet (*per 3. axioma hujus*) oculo poſito in G parebunt æquales. Supponatur linea EF repræſentare lineam intermediam R S & puncta H, N, P, F diviſiones ejus, quæ ſunt æquales ſicut lineæ EH, HN, NP, PF apparent æquales. Per puncta H, N, P, F ducantur perpendiculares illæ, repræſentabunt lineas prototipi horizontales. Jam illæ dividendæ ſunt in apparentias æquales. Dividatur prima nempe HT hoc modo. Sit lineæ HV æqualis lineæ HG, & ex puncto V, ut centro intervallo GI fiat arcus, in quem tranſferantur arcus EI, IK, nempe in Z, Y, &c. ex V ducantur lineæ occultæ VZ, VY, quæ ſecabunt lineam HT, in apparentias æquales apparentiis HN, NP, cùm videantur ex puncto V, & conſequenter ex puncto G ſub angulis æqualibus. nam tam linea GH eſt perpendicularis ad HY quam linea VH, cum enim linea GE ſit perpendicularis ad planum ſubjectum (*per 18.11.*) omnia plana per ipſam ducta quale eſt planum G E H erunt recta ad idem planum, ergo (*per 4. def. 11.*) linea YH perpendicularis ad communem ſectio-

Digitized by Google

nem EH, erit etiam recta ad planum GHE, ergo (*per* 3. *def.* 11.) erit perpendicularis ad GH; qua-



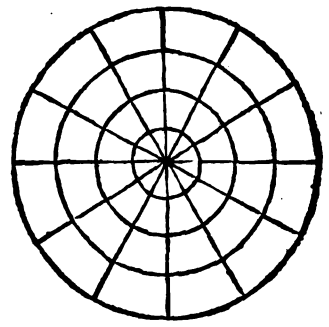
re punctum V, erit similiter dispositum respectu lineæ HY ac punctum G, & ostenderem facilè quod si in plano GHY, in puncto G constituerentur quilibet anguli, æquales illis qui constituuntur in puncto Y, easdem divisiones darent in linea HY. Igitur divisiones lineæ HY sunt apparentiæ æquales lineis EH, HN, NP. Eodem modo divides lineam N3, assumendo lineam æqualem lineæ NG, & operando respectu lineæ N3, ut operatus es, ex puncto V respectu lineæ HY. & ita de cæteris. Ita invenies divisiones sibi respondentes, si ducas lineam curvam habebis quadrilatera deformata, in quæ si pingas partes imaginis respondentes singulis quadratis prototypi, erit imago deformis, quæ si respiciatur ex puncto G perfecta apparebit. Debet autem linea GE esse recta ad planum imaginis, immo ut oculus facilius hallucinetur debet in eo puncto G esse lamina perforata, ut dum oculus per foramen respicit, non aberret à proprio & destinato loco, & ut minùs ad interjecta corpora, ex quibus distantia innotescere posset attendat.

PROPOSITIO LXXIII.

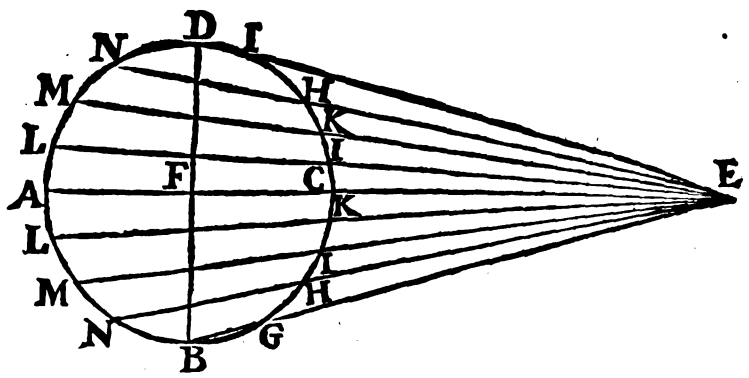
Problema.

In superficie convexa globi imaginem deformatam delineare.

Habeatur primò prototypus circularis, bene & ex arte delineatus. Ejus externus circulus in quot

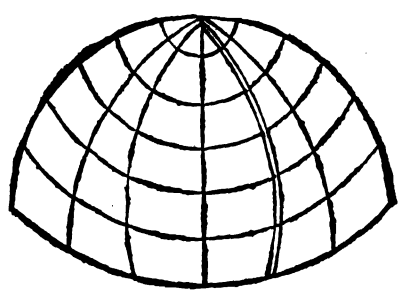


volueris partes dividatur; verbi gratia in duodecim. Ducanturque totidem diametri ad centrum, quarum una dividatur in quot volueris partes æquales, & per singulas divisiones ducantur circuli ex centro.



Sit circulus ABCD æqualis maximo circulo sphæræ, sitque illius diameter BD, sit CE distantia ex qua spectandus sit talis globus. Ducatur per centrum linea EF, secans circulum in C & A. dividatur linea BD, in tot partes æquales in quot divisæ sunt diametri prototypi & ex puncto E, ad singulas divisiones, ducantur lineæ rectæ. Quæ secabunt circumferentiam convexam in punctis GH, IK &c.

Si in superficie convexa propositi globi sumatur punctum aliquod, quod debeat respondere perpendiculariter oculo, & ex eo puncto ut polo intervallis CK, CI, CH, CG circuli ducantur, paralleli inter se. Tum etiam ex eodem polo, descripto maximo circulo & diviso in 12 partes æquales. Ducantur maximi circuli se intersecantes in eodem polo. Habebitur figura in globo quæ ex distantia CE, perpendiculariter visa, eodem modo apparebit ac protypus. Nam circuli singuli se intersecantes in polo, quia directè videntur apparebunt ut lineæ rectæ (*per* 40. *huius*,) parallelorum distantiæ visæ sub eodem angulo, sub quo videntur divisiones æquales lineæ BD apparebunt eodem modo ac ipsæ lineæ æquales; ergo habebitur figura deformata quæ ex loco de-



terminato eodem modo apparebit ac ipse prototypus.

Si verò quis vellet in hemisphærio concavo idem præstare: Primò circuli maximi ducendi essent se intersecantes in puncto medio nempe A, similiterque illi apparerent ut lineæ; paralleli verò ducerentur ex eodem polo intervallis AL, AM, AN, & tunc distantia ex qua videri deberet, esset AE, sed in his duobus difformitas non est magna nisi in extremitatibus; ideoque quæ majorem habent

bent deformitatem si immutentur (ut sunt vultus hominum) non in medio , sed in extremitatibus sunt delineanda.

PROPOSITIO LXXIV.

Problema.

In superficie convexa cylindri imaginem deformatam delineare.

In superiori figura sit cylindrus cujus diameter BD, debeatque spectari ex puncto E, dividatur diameter BD in quot volueris partes æquales, ductisque per divisionum puncta lineis rectis, habeantur in circumferentia basis cylindricæ puncta C, K , I , H , G, per quæ agantur lineæ verticales, seu parallelæ axi. Dividatur item una hujusmodi linea verticalis in partes æquales, & per divisionum puncta ducantur circuli basi cylindri paralleli. Fiet ex his circulis & lineis verticalibus intersectio , generans quadrilatera , deformata , in quæ si transferantur quæcumque inveniuntur in similibus quadratis prototypi , perfectum erit opus. Debet autem prototypus esse divisus in quadrata , sicut in propositione penultima.

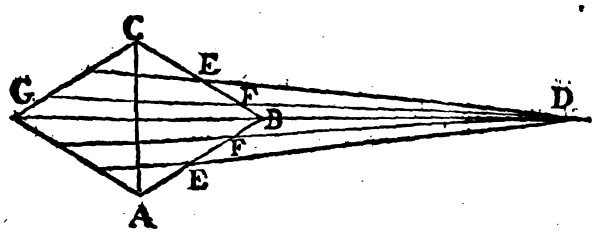
Non erit dissimilis methodus deformandi imaginem in concava superficie cylindri, utendo punctis ALMN superioris figuræ. Cætera verò eodem modo perficiuntur. Si oculus E sit satis dissitus, sufficiet ducere circulos parallelos basi, si tamen valde propinquus , satius esset ducere Ellypses , in quarum plano oculus existat ; quæ non persequor exactius quia imagines in hujusmodi superficiebus non sunt multum deformes.

PROPOSITIO LXXV.

Problema.

In superficie convexa coni , imaginem deformem delineare.

Sit conus cujus triangulum per axem ABC, sit basis coni diameter A C , divisa in partes æqua-



les. Statuatur oculus in D ; & ad singulas diametri divisiones ducantur lineæ ab oculo D , secantes latera trianguli in punctis E & F per quæ ducendi sunt circuli paralleli basi coni. Dividatur pariter circumferentia circuli qui est basis coni in quotcumque partes æquales , & à singulis divisionum punctis ad apicem coni ducantur lineæ rectæ. Hæ cum circulis prius ductis formabunt quadrilatera mixta respondentia prototypo propositionis.

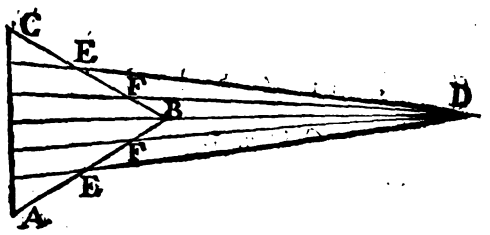
Si imaginem deformare velles in concava superficie coni, aliter proponetur oculo D triangulum per axem , nempe eo modo quo oculo D, triangulum AGC. Cætera sunt facilia , & eodem modo peraguntur.

PROPOSITIO LXXVI.

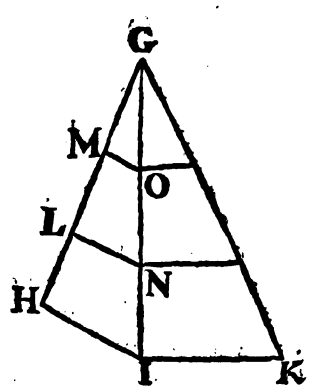
Problema.

In pyramide quadrilatera , imaginem deformem delineare.

Sit pyramis quadrilatera , sitque unum ejus triangulum diagonale ABC propositum per apicem oculo D. Dividatur diagonalis AC in partes æquales , & per singula divisionum puncta , ducantur lineæ rectæ ad oculum D , secantes latera

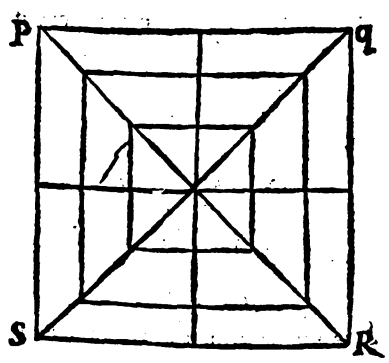


AB , CB in punctis E , F. Singula lateta pyramydis dividantur eo modo , quo divisa sunt la-



tera AB , AC , hoc est latera GH, GI, GK, similes habeant divisiones , in M & L per quæ ducantur MO, LN.

Demonstratio istorum omnium pendet ex superioribus, nempe quod unus oculus distantiam advertere non possit , atque adeo si spectetur pyramis per verticem , videbitur pyramis ut quadratum , & latera , GH , GI , GK coincident cum diagonalibus quadrati. Quo artificio alias hujusmodi deformationes peragere potetis , &



imagines difformes in variis superficiebus delineare, quæ ex certo & determinato loco visæ, conformes prototypis appareant.

Sed hæc sunt facilia quibus diutiùs immorari non libet.

OPTICÆ

OPTICÆ
LIBER TERTIVS.
De propagatione Luminis.

DIGRESSIO PRIMA.
PHYSICA.

Quid sit Lumen.

QUAMVIS ea quæ pertinent ad naturam luminis non sint instituti nostri, nec considerationis Mathematicæ, liceat tamen non aliquid in ea materia definire, quod longiorem disputationem requireret, sed saltem varias opiniones referre, ut ex illarum consideratione aliquid in rem nostram saltem explicationis causâ deducere possimus.

Aristoteles definit lucem, actum perspicui quatenus perspicuum, in quo lucem paulò majorem, in explicanda luce jure quis desideret. Patet autem Aristotelem ut meliorem ejus vocibus sensum tribuamus, quem pati possunt, lucem in sua natura non definivisse, sed tantum prout concurrit ad visionem, ita ut sensus illius sit, esse perfectionem, quâ ea quæ sunt potentiæ visivæ objecta, fiunt actu & quasi proximè perspicua, & clara omnibus. Seu est illa perfectio, nomen enim actûs perfectionem significat, quâ aliquid proximè redditur actuale potentiæ visivæ objectum. Neque enim (ut aliqui explicare voluerunt) puto per has voces perspicui, indicate voluisse diaphanum, nempe quod lumen sit illa perfectio, quæ in diaphano solo recipitur, manifesta enim esset inconsequentia, si lucem in ordine ad diaphanum cujus natura luce obscurior est definiret. Cum aliter diaphanum non definiat; nisi illud quod luci aditum non denegat: meliùs consultum Aristoteli volo, quàm ut asseram ipsum definiisse lucem, perfectionem diaphani peculiari modo; id est quæ ut recipiatur in aliquo subjecto perspicuitatem seu diaphaneitatem (ut vocant, requirit. Si quis enim quærat quid sit diaphanum, dicit illud esse quod lucis receptivum est. Quid quæso doceret hæc definitio. Explicat autem suam mentem inferius, nempe *l. 2. de anima cap. 7. nam cum his verbis corpus potentia tantum perspicuum sit, ibi tenebræ obtinent*, ita ut secundùm Aristotelem illud sit perspicuum actu quod lucem habet, & in hoc sensu, reddere perspicuum esset effectus formalis lucis; quod nisi intelligatur in ordine ad visionem quid me doceat hujusmodi definitio, nescio. Neque quid magis significet quam si definiretur albedo, esse actus albi, nempe illa forma quæ reddit album. Non piget autem Aristotelis verba referre, ut illæ quæ à Neotericis afferuntur opiniones, & contra quas tantopere invehuntur nonnulli, à mente Aristotelis non ita abesse clarum fiat. *Est autem id quod actu perspicuum est inter visibilia habendum, non verò seipso sed per colorem alienum, & extraneum. Fit autem visio, dum color movet id quod est actu perspicuum, ut aërem, ab hoc verò sic moto quia continuum corpus est, vicissim movetur, & visus instrumentum. Atque hæc una est species visionis dum color scilicet videtur, in luce scilicet, nunquam seorsim, quia lux est energia perspicui. Itaque fit visio cum sensorium instrumentum aliquid ab intermedio patitur, neque enim aliquid patitur à colore.* Unde ex Aristotele duplex videtur esse necessaria motio in aëre ad hoc ut oculus videat, nempe motio aëris à lucido, quæ quidem motio sufficit ad videndum corpus lucidum, verbi gratiâ solem, & ignem, necessaria item est alia motio ipsius aëris jam illuminati. Quæ quidem omnia naturam lucis, adhuc valde obscuram relinquunt, ideoque varias referam philosophorum sententias, qui putant se satis Aristotelis mentem assecutos.

Prima sententia est communis omnium ferè Peripatheticorum existimantium lucem aut lumen, esse accidens aliquod productum in medio diaphano, vi cujus omnes colores proximè visibiles fiunt; primò explicatur natura lucis per proprietatem maximè conspicuam, nempe quod sit primò, & per se motiva visûs, & quod cætera per ipsam, seu ipsa mediante potentiam determinent ad visionem sui.

Ratio verò quare illam existiment esse accidens, petitur ex eo quòd in aëre recipiatur; neque enim ipsi ullam divisionem in aëre percipiunt, nullum motum localem, dum ex tenebris transit ad lucem. Adde quod in cristallo durissima, in aqua valde unita, & propter fluibilitatem continua, excipiatur; ergo in eodem loco invenitur in quo aqua; ergo est accidens receptum nempe in corpore, in quo aliud omnino corpus admitti non potest; sed tantum illæ formæ quæ cum nullam ex se habeant quantitatem distinctam à subjecti quantitate, ab ea non expelluntur, sed facilè admittuntur.

Hæc ratio validissima est, majoremque vim obtinet, si consideretur natura corporum diaphanorum; si enim lumen non sit accidens, sed substantia tenuissima, crystallus durissima innumeris poris pervia esse debebit, nec poterit lumen transmitti, nisi poros inveniat in directum porrectos. Ratio enim cur in corporibus non diaphanis non recipiatur (si doctrinam eorum qui lumen substantiam esse asserunt, sequeremur) esset quod eorum pori in directum non jaceant, sed per varios anfractus digesti, ita luminis impetum refringant, ut penitus obtundant. Incredibile autem est, crystallum ita perviam esse, ut lumen secundùm

Digitized by Google

ſecundùm omnem lineam ſecundùm omnem angulum, & inclinationem excipiat, neceſſarium enim eſſet viam apertam eſſe in omnem partem, nihilque ſolidi in cryſtallo reperiri.

Secundò ſi cryſtallus, aut aliud quodcumque corpus diaphanum innumeris conſtaret poris, partes inter poros interceptæ diaphanæ non eſſent, atque adeo lumini aditum præcluderent, totà ergo cryſtallus lumine non perfunderetur, & in lumine tranſmiſſo innumeræ notarentur interruptiones, quæ cum experientiis repugnent, dicendum etiam, gratis tales fingi poros.

Tertiò, ſi lumen eſſet ſubſtantia, quæ à ſingulis partibus luminoſi, emitteretur, & à ſingulis partibus corporis reflectentis, in ſingulas medii remitteretur; in eodem puncto medii ſe interſecarent lumina à diverſis partibus prodeuntia, quaré ſibi invicem occurrerent, viamque præcluderent, impetum ſiſterent; ſed experientia notatum eſt, ut probabitur poſtea, lumen aliunde affulgens, non impedire, nec deſtruere aliud lumen, nec illi vel minimum obſiſtere.

Quartò, ſi lumen eſſet ſubſtantia, produceretur de novo, à luminoſo, verbi gratia à ſole: peto autem ex qua materia talis forma educeretur, neque enim crearetur, debet autem ex materia quæ ſit apta ad talem formam recipiendam, cur producta tantum impetum conciperet, ut intra momentum ad terras perveniat, quod ſi dicantur luminoſa ex ſua propria ſubſtantia, talem flammam emittere, deberet ſol ſingulis diebus imminui.

Quintò, quare ſemel producta hæc ſubſtantia deſtruitur? in quid abit, ut nullum eius extet veſtigium, amoto luminoſo?

Sextò incredibile videtur, ut ex ſolis ſubſtantia, tanta copia luminis educi poſſit, quæ totum impleat Univerſum, ſi nempe concipiatur eſſe ſubſtantia.

Septimò ſi lumen dicatur eſſe corpus, concipi non poterit quomodo tanta celeritate à ſole ad nos defluat, tantâ à ſtellis fixis; ſequeretur item nulla aſtra in proprio loco ſpectari poſſe; nam interea dum lux ab ipſis emiſſa ad oculos noſtros deferretur, ipſa interea jam ulteriùs progreſſa eſſent. Sexcenta alia, hujuſmodi congerere liceret argumenta, quæ indicaſſe ſufficiat.

Unde meritò dicit Ariſtoteles, quod admittere & concedere lumen ab oriente ad occidentem tanta celeritate ferri, & nos non advertere, aut notare talem motum, ſit magna petitio.

Secunda ſententia, quæ jam diu antiquata, revixiſſe his temporibuſque viſa eſt, fuit Empedoclis, cui contradicit Ariſtoteles loco citato. Aſſerebat autem lumen eſſe tenuiſſimam lucidi flammulam, maximo impetu evibratam; fulciebaturque non contemnendis argumentis. Cui enim competunt proprietates corporis, illud eſſe corpus cenſendum eſt; ſed luci competit reflecti, & refringi, quæ ſunt peculiares, & ſolius corporis proprietates: ergo corpus eſt. Minorem nemo negare poteſt cum à ſpeculis remitti lumen, in medio denſiori refringi, aut in aqua, aut in perſpiciliis, & tubis opticis experiamur quotidie. Quod verò hæ proprietates ſolius ſint corporis hoc modò probatur. Quæ ex ſua natura apta ſunt recipi in ſubjecto & compenetrari cum illo, nullam reflexionem pati poſſunt; ſed ea quæ non ſunt corpora, ſed qualitates & formæ, de ſe apta ſunt compenetrari cum ſubjecto, immò ex natura ſua expetunt produci in ſubjecto & compenetrari cum illo; ergo à ſubjecto expelli non debent. Favet deinde experientia, quâ quæcumque pati reflexionem videmus, ea omnia ſunt corpora; nulla alia accidentia quæ verè conſtet accidentia eſſe, talè quid patiuntur, nemo enim vidit unquam frigus reflecti, aut calorem niſi in quantum producitur à lumine, aut conjungitur cum halitibus calidis, verè capacibus reflexionis, cum ſint corpora; nemo humiditatem aut ſiccitatem. Neque facit quidquam quod lumen ab eo tantum ſubjecto expellatur quod non eſt ipſius capax; quæ enim datur forma uſpiam ita compoſita à natura, ut niſi agens eam in ſubjecto aliquo producere poſſit, eo quod careat diſpoſitionibus ad eam recipiendam conducentibus, neceſſitetur ad eam producendam in alio ſubjecto, jam habente id totum quod ab agente principali producibile eſt, ſolum hoc haberet lumen, unde tot illi peculiares prerogativæ & exceptiones à regulis communibus cæterorum agentium. Aliæ formæ id non habent, neque enim ex eo quod ignis non accendat lignum ſibi ex una parte admotum defectu diſpoſitionum, propterea facilius accendet lignum ex alia parte approximatum, quod neque in cæteris agentibus uſuvenire animadvertimus.

Secundò, Reflexionis leges eædem omnino in lumine obſervatæ, quæ in corporibus, nempe ut ſimili angulo remittantur, quo in corpora incidunt. Eædem diſpoſitiones requiſitæ in corporibus reflexivis luminis, quæ in reflexivis aliorum corporum, niſi quod propter luminis tenuitatem, & partium ejus exilitatem, exquiſitiores eſſe debeant, ita ut non tantum politura ſimplex, ſed quæ ad lævorem perveniat, omnemque reſpuat aſperitatem requiratur. Ex quo ſequitur non omnia corpora licèt denſa hujus lævoris eſſe capacia, & duriſſima magis quam mollia.

Addo vix explicari poſſe in alia opinione, quid ſit ea perſpicuitas quæ requiritur ad lumen excipiendum, quæ in hac facilius indicatur. Omitto quod lumen adunatum ignem producat, eundem cum flamma colorem habeat, ſimilem calorem producat; quantum nempe patitur eius raritas. Argumenta autem ſupra facta ita eluunt iſtius ſententiæ authores, ut inter cætera aſſerant ea tantum corpora luminis eſſe capacia, quæ poris uniformibus conſtant, aut facilè ſunt ſecundum minutas partes mobilia; ita ut propter pororum anguſtias in medio denſiori, tardiùs feratur lumen; & hoc modo ſatis congruentem afferunt refractionis rationem, cujus ne umbram quidem comminiſci poſſunt. Alii tantam velocitatem luminis excuſant, quòd non ut primum ſol ab horizonte emicat radios incipiat evibrare, ſed jam à multo tempore, quorum motus non continuatur niſi in quantum ab alio ſuccedente lumine in anteriores partes propulſatur, qui igitur radius jam ad confinia horizontis pervenerat, dum ſol exoritur ad oculum noſtrum pervenit, licet à ſole emiſſus jam fuiſſet ſi velis antè horam. Sufficit ergo ut novum ut ita dicam impetum à ſole tunc accipiat qui impetus per lineam rectam, à ſole ad partem radii quæ oculos ferit protenditur in inſtanti, nam dum ſol impellit partem ſibi vicinam eamque loco movet, hæc etiam attingit & movet ſequentem, unde eodem

inſtanti quo prima impellitur ſecundam impellit, hæc tertiam & ita conſequenter.

Poſſunt autem ſuperiores rationes maximam vim obtinere, ſi attentiùs nonnullæ experientiæ conſiderentur. Prima ſit hæc. Proponatur cryſtallus digitalis craſſitiei. Certum eſt partem aliquam luminis impingentem in primam cryſtalli ſuperficiem reflecti, aliam verò cryſtallum permeare, uſque ad ulteriorem ſuperficiem, ibique rurſus reflexionem aliquam pati, ita ut nonnulli radii ulteriùs procedant, multi tamen remittantur. Quæ experientia ita communis eſt ut negari non poſſit. Quæro ergo ſi lumen dicatur accidens, quare in ſecunda ſuperficie reflectatur. Ideo enim lumen reflexionis eſt capax, ut volunt communiter, quia cum luminoſum, ſit agens neceſſarium, debet totum lumen, quod poteſt, ſemper producere. Unde cum ſubjectum eſt incapax illius excipiendi propter aliquam ejus opacitatem, tunc agens reflexè producit, id quod directè producere debuerat. Sed contra: quia aër eſt magis diaphanus quam cryſtallus; ergo ad ultimam cryſtalli ſuperficiem, ſeu primam aëris, nulla fieri deberet nova reflexio, nam ſi ſuperficiei cryſtalli uniretur alia ſuperficies, nulla ſequeretur reflexio; ergo multò minus ſi pro ſuperficie cryſtalli ſubſtituatur ſuperficies aëris, quod tamen eſt contra experientiam.

Secundò non affertur ulla ratio æqualitatis anguli incidentiæ, & reflexionis; poſſet enim luminoſum aliter compenſare ſuam activitatem; nempe intenſius directè agere, eò quod corpus objectum opacum ſit, & incapax luminis excipiendi. Neque enim ulla excogitari poteſt ratio, cur talem potiùs angulum ſibi vendicet, quàm alium.

Tertiò. Si lumen ſit accidens productum à luminoſo, vel lumen producetur, ab alio lumine, vel ſol immediatè producet totum lumen. Non primum, ut videbimus poſtea, alioquin lumen produceretur non tantum per lineam rectam à luminoſo; ſed etiam in orbem reſpectu cujuſcumque luminis producentis. Quod argumentum fuſius explicaturi ſumus, ſi verò totum lumen immediatè pendet à ſole, ponatur aliquod ex parte opacum in feneſtrâ, quod non omnino impediat actionem ſolis, eam tamen debilitet, ſequeretur (inquam) poſt illud corpus ſemiopacum, in aëre ſubſequente tantum lumen producendum, ac ſi tale opacum appoſitum non fuiſſet. Si enim ex communi opinione ſol aurum aliaque metalla in viſceribus terræ producit, quamvis ea non producat per totum medium, eò quòd ibi nonnullas diſpoſitiones inveniat, quæ in medio non ſunt, atque adeo productio luminis in eo, quæ accidentalis eſt, ſit tantum conditio ad ſubſtantialem productionem metallorum, ne fiat actione in diſtans, quidni productio imperfecti luminis in corpore ſemidiaphano, erit conditio, ad luminis perfectioris productionem in aëre poſt corpus ſemidiaphanum poſito, propter diſpoſitionem peculiarem in eo repertam.

Quartò refellitur ratio allata, quod luminoſum, ut agens neceſſarium, explere debeat ſuæ activitatis ſphæram. Nam ſequeretur, ſi hæc ratio valeret, quod poſito obice opaco, tantumdem luminis ſemper reflecteretur, quod tamen eſt falſum. Nam ſi pannus niger objiciatur modica fit reflexio, ſi albus, fit validior.

Inſiſtunt etiam in eo quod, lumen per ſolam adunationem flamma evadat, ut in ſpeculis concavis experimur, & hoc licet nullum ſit corpus, quod ſit materia ignis. Arena enim liquefit, licet ipſa in ignem non abeat: ergo verè lumen adunatum eſt ignis.

Propoſitis alterius opinionis rationibus, ita reſpondere conantur, & primò quidem ſtatuunt in omni opinione tenendum eſſe, diaphanum quodcumque quamvis ad ſenſum totum, & ſecundùm ſingulas partes lumine perfundatur, reipſa tamen interruptè illuminari. Et in aëre quidem ſatis oſtenditur, eò quòd conſtet corporibus heterogeneis, quorum particulæ lumen reflectant.

Secundò in cryſtallo fit reflexio, non tantum in prima, ſed in ultima ſuperficie, quæ cum aëre congruit, videtur autem nulla poſſe melior ratio afferri, quàm quod pori aëris, non benè congruant cum poris cryſtalli, ex quo ſequitur multos radios reflecti debere. Quod ſi alia excogitari poteſt ratio hujus reflexionis excogitetur; nam comminiſci aliquam in cryſtallo cruſtam duriorem, fingere eſt.

Ad id quod objicitur de tanta luminis copia, quæ totum univerſum replere videtur, opponunt ejus ſummam exilitatem, & raritatem, eamque innumeris exemplis confirmant. Modicum pigmenti multam aquam inficit. Reſolvitur aqua in vaporem. Color adhærens filo ſerico ſenſim evaneſcit, quantum ſingulis diebus deteri putamus. Una uncia argenti inducitur in virgam, quæ per tranſmiſſionem fit longa pedes 725000. ſeu digitos 8700000. & cum in uno digito ſint perceptibiles partes 500; erunt in una uncia argenti partes viſu notabiles 4350000000. multiplicitas membrorum in animalculis, per microſcopium detecta. Chirothecæ Hiſpanicæ ad multos annos ambaricum odorem expirantes, expende quid ſingulis minutis expiretur. Locus pulveris nitrati, antequam accendatur ad ſpatium occupatum, dum accenditur ſe habet ut 1 ad 1625.

Ad diverſum motum partium luminis, ſibi invicem in eodem medii puncto occurrentium, reſpondent exemplo liquoris diverſimodi agitati, cujus vortices varii ſibi invicem occurrunt, ſe penetrant, interſecant. Quod multò potiori jure de lumine, utpote rariori, majoremque fluiditatem, & motum velociorem obtinente dicendum eſt.

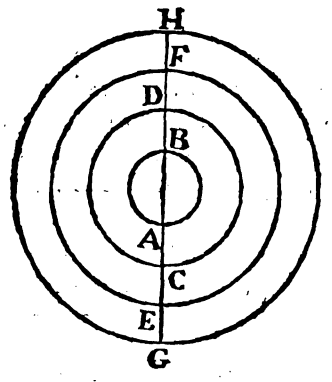
Alias rationes hanc opinionem ſtabilientes omitto; qualis eſt hæc, quod ex ſola unione radiorum luminis exurgat ignis, nempe quod lumen ſit flammula tenuis, & valde rara; quæ per ſolam adunationem plurium ejus partium, paulò denſior, aut ſaltem minùs diſtracta redditur, ſitque ignis verus. Si enim ignem in materia valde tenui, & rara accendamus, ut in ſpiritu vini, vix calorem ejus percipimus, ſi verò ejus partes colligantur ſit calidus, & urens: idem evenit in lumine cujus partes quomodocumque collectæ uſtivæ ſunt, immo ſunt formaliter ignis.

Tertia opinio paulò difficilior, & à ſenſu alienior, aſſerit lumen nihil eſſe, niſi certum, & determinatum motum perſpicui à lucido productum. Intelligit autem motum localem, & non tantum motum alterationis. Lucidum autem quod eſt principium talis motus, alternatim intumeſcit, & detumeſcit, ſeu rarefit, & condenſatur, ſed vicibus valde crebris, & conciſis; ita ut

non

Digitized by Google

non id omne quod hoc modo alternis vicibus augetur, & minuitur lucidum vocetur, ſed quod conciſim id patitur. Eodem prorſus modo ac qui ſonum, per aëris cæterorumque corporum vibrationes explicant, non quemlibet aëtis motum ſonum eſſe dicunt, ſed eum tantum quo ſæpius, & creberrimè in ſe recurrat, ita etiam in præſenti negotio aſſerendum eſt. Vocant autem corpus lucidum illud quod talis eſt naturæ, ut continuas, crebras & conciſas oſcillationes, ſeu intumeſcentias, & detumeſcentias patiatur, aut in ſe producat. Ut ſit verbi gratiâ ſol ſphæra cujus diame-



ter AB, qui talem in ſe patiatur motum, ut augeatur in ſphæram cujus diameter CD, & ſubito in ſe redeat, denuoque creſcat, & decreſcat; ſol lucidus erit; & quò major erit illa intumeſcentia, eo etiam lucidius erit illud corpus. Dum ſol autem occupat illud ſpatium ſphæræ CD, hæc occupat ſpatium ſphæræ cujus diameter EF, & aër qui tale ſpatium occupabat expellitur & occupat ſphæram GH, quæ omnia in inſtanti fieri debent, ne fiat penetratio: igitur eodem tempore & inſtanti, quo ſol oſcillat propter continuitatem medii propagatur ille motus per rectam lineam, uſque ad oculum, impelliturque oculus, qui cum ſit vitalis ſentit talem motum. Unde lucidum eſt principium talis oſcillationis, lux verò in diaphano eſt motus oſcillationis à lucido productus.

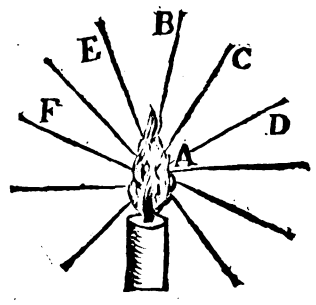
Putant authores iſtius ſententiæ ſe omnia benè, phyſicè, ſeu ſenſibiliter explicare. Primò quomodo decreſcat ſphæra activitatis; dum enim ſol AB, aſſurgit in ſphæram CD, aër qui occupabat ſpatium CD, circumponitur circa CD, & quia ſpatium ampliatur non tantum occupabit profunditatem, hoc eſt linea DF, minor erit quam DB; ſi enim materiam quæ componit coronam comprehenſam circulis AB, DC, velis aptare circa circulum DC, fiet alia corona cujus profunditas DF minor erit. Quare decreſcit motus ille ſi in longum reſpiciatur, & quo majores erunt ſphæræ eo minor erit motus, motus autem eſt lux, igitur minor erit lux; quia autem ſphæræ ſunt in triplicata ratione diametrorum, minuetur intenſio lucis ſeu velocitas, & magnitudo motus in triplicata ratione diſtantiarum. Hoc eſt dum diſtantia à lucido dupla erit alterius diſtantiæ, lux in ea dupla diſtantia octuplò minor erit.

Aſſerit item hæc opinio omnem motum diaphani eſſe in lineam rectam, & de facto quidquid luminis in medio uniformi producitur, hoc ſemper in lineam rectam propagari notatum eſt. Nihilominus ut nihil diſſimulem, hoc non videtur uſque adeo verum eſſe in his principiis. Impoſſibile enim eſt ſaltem mathematicè, ut ſi ſingula puncta (loquor autem de punctis, ut facilius difficultas intelligatur) ut inquam ſingula puncta ex quibus coaleſcit corona AB, CD, componantur in coronâ CDEF, quæ tantam craſſitiem non habet, quin aliquod punctum deflectat à recto tramite. Supponantur enim eſſe viginti puncta in linea CD, hæc ſi per lineam rectam impellantur, nempe per DE; debebunt adhuc, eſſe in directum poſita, ideoque corona ſecunda tot habere partes in profunditatem ſeu craſſitiem. Deinde non ita bene explicatur quomodo ſingulæ partes lucidi, in omnem partem agant, per lineas rectas. Quæ dicta volui non ut noſtram matheſin alicui opinioni philoſophicæ ita addictam velim, ut in aliis fiat inutilis, contendo enim pleraque in omni opinione bona eſſe, exceptis tamen aliquibus, quæ uni potiùs favent, quàm alteri.

DIGRESSIO II.

An lumen medii aliud lumen producat.

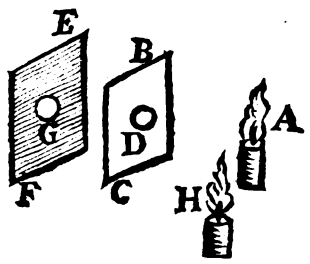
Licèt hæc quæſtio præcipuè moveatur in prima opinione, locum tamen etiam habet in aliis proportione ſervatâ, & in explicandis multis propoſitionibus mathematicis perutilis. Quæritur ergo an lumen quod à ſole in æthere vicino producitur, aliud lumen producat, ita ut lumen quod in parte ætheris ſoli non contigua invenitur; à viciniori lumine ſolo immediate dependeat, & non à ſole ipſo. Aſſero autem illud lumen à ſole immediatè produci, non concurrente ſolo lumine intermedio, & hoc demonſtrari poſſe quantum res phyſicæ demonſtrationis capaces ſunt. Suppono autem omne agens in ſphæram agere, hoc eſt nullam eſſe potiorem rationem, quare ex una parte ſuam exerat actionem, quàm ex alia, poſitis tamen iiſdem conditionibus. Ut ſi ſit agens A: dico



nullam eſſe potiorem rationem; quare aliquid producat in puncto B, potiùs quam in punctis C, D, E, F, & cæteris; ergo æqualiter in orbem.

Demonſtratio. Si lumen medii per ſe ſolum ſine adminiculo alterius eſſet productivum luminis; illud produceret in orbem, & in omnem partem; ſed falſum eſt quòd producat æqualiter in omnem partem; ergo ipſum ſolum non eſt agens quod lumen in ſpatio vicino producat, ſed immediate illud lumen etiam in ſpatio remotiore productum, ab agente primario dependet. Majorem poſui tanquam principium, quod ſi revocetur in dubium appellabo omnes experientias. Et quæram rationem quare potiùs determinatum ſit lumen ad producendum effectum versùs unam partem, quàm versùs aliam. Ad minorem ergo, nempe quod lumen in medio receptum, non agat æqualiter in omnem partem. Sit luminoſum A, corpus opacum BC, cujus in medio ſit foramen D. Poſt quod ad aliquam diſtantiam, ſit planum quodcumque EF, lumen quod invenitur in foramine D, eſt lumen medii diaphani; ſed lu-

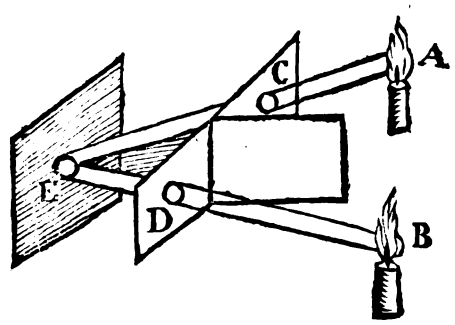
men quod eſt in foramine D, non agit æqualiter in omnem partem. Nam ſi ageret æqualiter in om-



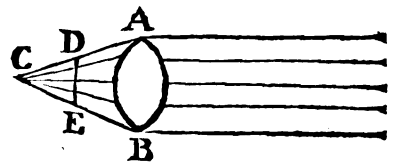
nem partem æqualiter illuminaret partes omnes oppoſiti plani EF, cum tamen unam tantum illuminet, nempe quæ reſpondet per lineam rectam luminoſo A; ergo ſignum eſt, aut lumen in medio foramine exiſtens, non eſſe productivum alterius, aut certe, non eſſe ſolum productivum illius, niſi adhuc immediatè agens lucidum concurrat. Si enim poſtquam agens A, ubi produxiſſet lumen in foramine D, permitteret ut ita dicam, ut ageret res ſuas, nec juvaret illud ad productionem ſui effectûs; cur potiùs ſecundùm lineam DG produceretur lumen à lumine D, quam ſecundùm lineam DF, aut aliam quamcumque. Confirmatur. Supponamus Deum ſemoto agente luminoſo A, conſervare tamen idem lumen in foramine D, in tali caſu quid ageret, an per lineam DG, an per quamcumque aliam, non per lineam DG, afferatur enim potior ratio: cur ſeligat illam lineam, quàm aliam: ergo ſi modò determinatur ad agendum per lineam DG; ideò quia ad talem actionem per lineam DG, debet etiam concurrere lucidum A, quod per aliam viam operari non poteſt.

Si adhibeatur alia fax H, augebitur lumen in foramine D; non tamen, augebitur effectus in puncto G; ergo lumen quod eſt in foramine D, non eſt productivum alterius luminis. Probatur hæc conſequentia quoties augetur cauſa productiva alicujus effectûs, toties augetur etiam effectus, ſi utrumque capax ſit augmenti; ſed dum adhibetur fax H, augetur lumen in foramine D; ergo ſi lumen in foramine D exiſtens, ſit productivum alterius luminis, major ſequetur effectus, quod eſt contra omnem experientiam. Eſt ergo lumen medii, quaſi conditio aliqua ne agens dicatur agere in paſſum omninò diſtans; ſed concludo actionem etiam dependere ab agente illo primario, cùm debeat effectus qui producitur illud reſpicere per lineam rectam, & hoc inviolabiliter obſervetur.

3. Si ſoli lumini in medio producto, tribueretur productio ulterioris luminis; quomodo fieri poſſet, ut duo lumina valde remiſſa producant effectum in eodem ſubjecto, multo majoris intentionis quam ipſa ſint. Ut ſi duo lumina A & B, per duplex foramen C & D, radient in idem punctum E, accidet ſæpè ut in puncto E, multò intenſius ſit lumen, quàm in utroque foramine C & D. Sed ſi ſola lumina CD, producerent lumen E, hoc fieri non poſſet; ergo lumina C, & D, non producunt lumen E. Major nempe quod in E puncto ſit majus lumen, quàm in C & D, probatur primò experientiâ hoc enim patet ad oculum. Deinde oſtenditur alia experientia ſpeculi concavi, aut lentis convexæ. Si enim in lente convexa lumen, quod eſt in puncto unionis dèpendet tantum à lumine, quod eſt in medio, quomodo tantus calor producitur in puncto foci, ut ſit intollerabilis in aliis verò partibus viciniori-



bus agenti, calor ſit debilior; & conſequenter lumen. Ut ſit lens AB, uniens in puncto C, radios à ſole emiſſos, ſi lumen puncti C, dependeret tantùm ab eo lumine, quòd invenitur in ſpatio DE, nunquam in puncto C majus, aut inten-



ſius lumen inveniretur, quàm in ſpatio DE, cùm tamen in ſpatio DE, non ſequatur inflammatio materiæ, quæ fit in puncto C.

Sequitur ex eo lumen in medio receptum, aut non producere aliud lumen, aut ſaltem ſolum non concurrere; ſed ipſum ſolem immediatè, deinde lumen quodcumque aliunde adveniens, nullo modo conferre ad productionem alterius, niſi ab agente producatur quod agit in ſubjectum; hoc eſt lumen productum à face H antepenultimæ figuræ, in foramine D, nihil omninò conferre ad productionem luminis G.

Quod diximus de lumine proportione quadam intelligendum eſt, de ſpeciebus viſibilibus, ſi dentur diſtinctæ à lumine, quarum illa quæ ab objecto remotior eſt, non dependet à viciniore ſola, ſed etiam ab objecto. Si enim in antepenultima figura, loco facis A, intelligatur objectum viſibile, & ſpecies objecti A, producatur in foramine D, quare hæc ſpecies non tam producet ſpeciem ſimilem ſibi in punctis E, & F, quàm in puncto G, cùm tam duci poſſit linea recta à foramine D, ad puncta E, & F, quàm ad punctum G, conſtat tamen experientia objectum videri non poſſe, niſi ex puncto G, nempe in linea recta ADG; ergo hæc conſtans determinatio ad lineam rectam ab agente ductam, indicat objectum ſemper venire in partem illius actionis.

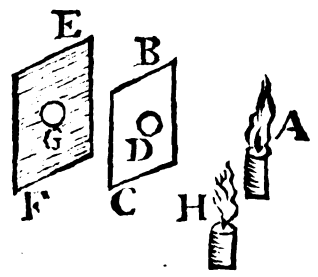
Inclamabis forſitan dari actionem in paſſum diſtans, ſed actio cauſæ partialis diſtantis, in bona philoſophia nunquam negari debet, ſicut neque cauſæ diſtantis quidem ſed agentis per medium. Quod puto me demonſtrare in hypotheſi communi. Dum ignis luculentus partes aëris ſibi contiguas calefacit, totuſne ignis eum calorem producit, an indiviſibilis, & ultima ejus ſuperficies. Non primum, cùm nulla aſſignabilis ſit ultima indiviſibilis; & quamvis hæc aſſignaretur, conſtat ſi minuatur ignis, imminuendum eum calorem; ergo pendet ille calor productus, etiam à partibus remotioribus ignis; partes autem illæ remotiores nihil agunt per medium, nempe in partibus

Digitized by Google

bus ignis vicinioribus passo, quæ supponuntur eiusdem esse naturæ; & perfectè similes; ergo agens partiale sæpe agit in passum distans, modò coniungatur cum alio agente partiali per medium diffuso.

Pariter communis opinio fert solem concurrere ad productionem substantialem mineralium, licèt sol eam actionem non propaget per medium. Axioma igitur commune negans actionem in passum distans, intelligitur de agente totali, & de agente cuius nulla actio propagatur per medium, ideoque quod nec supposito, nec virtute est præsens.

Dicet forsitan aliquis huiusmodi difficultates in opinione Peripateticorum suam vim obtinere, nihil tamen roboris habere in aliis sententiis, non primò in secunda admittente lumen esse tenuiorem, & rariorem flammam motu locali ab ipso sole ad quodcumque spatium delatam, ita ut sol imprimat tantum motum illum sibi vicinæ, hæc subsequenti, & ita deinceps. Invenio tamen aliquam difficultatem, sint enim ut in antepenultima figura duo lucida, quæ lumen suum transmittant per idem foramen D, quæro lumen quod

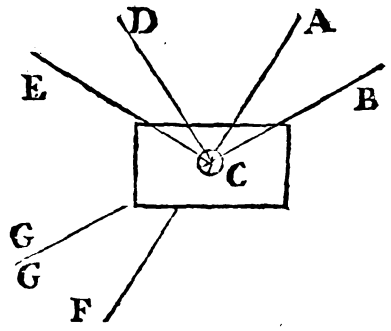


est in foramine D, nonne simul impellitur duabus pulsionibus, unâ quidem ab lucido A, alia vero à lucido H. Quomodo movebitur in utramque partem, hoc est secundum lineam AD, & simul secundum lineam HD, non sequetur utrumque impulsum, sed necessariò sequetur mediam aliquam viam, quod est contra experientiam; tam enim facile transmittitur lumen per lineam AD, eamque continuat usque ad punctum G, ac si nullo modo per idem foramen transmitteretur alius radius, HD: quomodo ergo isti radij non se impediunt, immò quod mirabile est in singulis partibus medij invenitur lumen ex singulis partibus universi visibilibus emissum. Cum in quocumque loco oculum posueris, possis quodlibet objectum videre. Puto ergo in ea opinione dicendum esse, non inveniri in hoc negotio metaphysicam accurationem; sed sufficere ut ex singulis obiecti partibus sensibilibus, in singulis partibus spatij item sensibilibus inveniantur radij transmissi localiter. Atque ita intelligendam esse hanc sententiam; sicut & in tertia opinione. Sed quidquid sit de illis, neque enim omnia expendere debemus; sufficiat mihi in opinione communi unum lumen, non esse solum alterius productivum, nisi semper adsit ipsius lucidi cooperatio.

DIGRESSIO III.

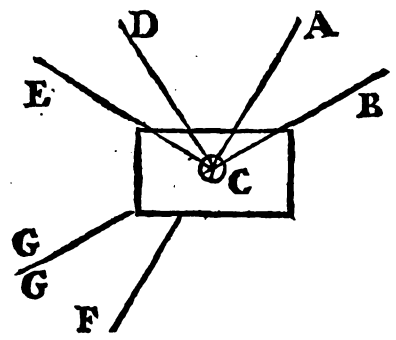
Lumina in eodem subiecto à diversis agentibus producta nec se impediunt, nec se propriè iuvant ad aliquam actionem communem eliciendam.

Ostendimus supra duo lumina in eodem foramine à diversis agentibus producta, nullo modò impedire lucidorum actionem, quia ipsa sola nihil producunt, sed tota vis activa inest lucidis; & consequenter non se proprie iuvare, ex ea unione; hoc est licèt in antepenultima figura lucidum H, nihil transmitteret per foramen D, idem tamen sequeretur effectus in puncto G, hoc experientia notum est; igitur nec se iuvant lumina nec impediunt. Oritur tamen difficultas ex eo, quomodo scilicet si obiectum pluribus lucidis illustretur, fortiùs tamen remittet lumen in retinam. Ergo aliquando se juvant lumina. Videtur autem quod eadem sit ratio puncti alicujus reflectentis, ac foraminis; sicut enim actiones duorum agentium, licèt unitæ in eodem foramine, transmissæ tamen ulterius separantur ab invicem; & post hujusmodi separationem eodem modo se habent, ac si nullo modo unitæ fuissent, ita etiam dum duo lumina ad eandem partem corporis reflectentis appellunt, licet in eo puncto concursûs uniantur, majoremque (ut cum philosophis loquar) intensionem efficiant. Fieri tamen non potest, ut reflexiones à duobus lucidis in eadem corporis reflectentis parte factæ, remittantur in idem punctum, cum servari debeat, angulorum incidentiæ, & reflexionis æqualitas, in utraque reflexione, quæ non servaretur, si id accideret; etiam si verè & realiter esset majus lumen in corpore reflectente, non animadverteretur; nec ea lumina se juvarent in ordine ad causandam visionem efficaciorem. Quod ut concipiatur, sint lu-



cida A, & B, corporis reflectentis punctum C, in quod incidant duo radij A & B, radius AC, reflectetur in CD, & BC in CE, ita ut tantum separentur ab invicem, quantùm si per punctum C, quasi per foramen transmitterentur in F & G; sicut ergo oculus in F, aut G, positus non adverteret inesse foramini C majus lumen, quia tantum exciperet lumen ab uno lucido, eodem modo intensum, ac si aliud lucidum nihil transmitteret, ita etiam oculus positus in D aut E, nullam mutationem advertere deberet, sive adhibeatur unicum tantum lucidum; sive plura. Nam quòd dixi de puncto C, dici etiam potest de cæteris omnibus. Si ergo ponatur oculus in D, excipiens lucem à lucido A, vi reflexionis factæ in puncto C, poterit excipere reflexionem lucidi B; sed factam in alio puncto corporis reflectentis, quam non exciperet, si tolleret luminosum B, hæc tamen impressio quia ipsi non venit per eandem lineam, attinget alias retinæ partes; atque adeo vi illius non melius videbitur punctum C. Unde quia solum punctum C, potest radiare per lineam CD, & nullum aliud, item C, per lineam CD, remittit tantum lumen lucidi A, inde fit ut oculus D, perinde videat punctum C, sive adsint plura lucida, sive

unicum tantum; ergo dicendum esset quod etiamsi majus lumen producatur in puncto C, eo quod

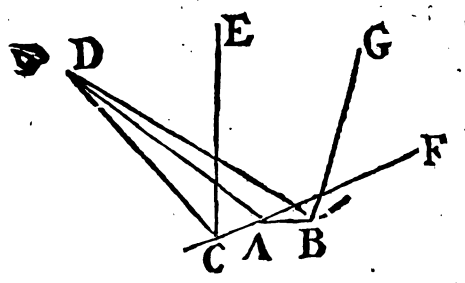


additum sit lucidum B, illius tamen reflexio principalis non est in D, sed in E.

Hæc difficultas bene meo quidem judicio explicat propagationem luminis, unde distinguo inter corpora lævigata, seu polita, & scabra; agnosco enim in omni ferè corpore infinitas scabrities, quas tamen oculus percipere non potest, favet quidem mihi experientia communis. Si enim in pulicibus,& in eo animalculo, quem acarum latine dicimus,gallicè *un ciron*,quod solet sulcare manus, ita ut ad illud extrahendum opus sit acu subtilissima, in cujus apice vix apparet; si inquam in eo animalculo tot sunt instrumenta vitæ,tot membra, quæ ope microscopii sâtis bene distinguuntur, quid ni in aliis corporibus texturam aliquam, & scabritiem admittere liceat. Hæc in charta ope ejusdem telescopii satis se prodit unde totam hanc difficultatem facilè hujusmodi inæqualitatibus solvo.

Admitto igitur in speculis exquisitè, & ad sensum politis, si detegatur tantùm una eorum pars, non meliùs eam apparituram, nec intensius illuminandam, etiamsi mille apponantur faces quàm unica tantum, unde à distantia mediocri in qua evanescit polituræ inæqualitas, non videntur specula, etiam soli exposita; nisi per modum maculæ nigræ ab iis nempe, qui in radio reflexo non inveniuntur. Ex quo principio bene demonstrat meo quidem judicio Galilæus, lunam habere inæqualitates, cùm solis lumen undequaque remittat, quod fieri non posset, si ejus superficies esset perfectè lævigata; imitaretur enim specula nostra convexa, quæ si soli exponantur, in iis non videtur, nisi exigua solis imago.

In corporibus verò scabris aliter se res habet, in ordine ad visionem. Diximus enim aliquas partes objecti etiam divisibiles, tales esse ut separatæ videri non possint, sed tantum prout conjunctæ cum aliis; cùm enim si solæ sumantur sub angulo insensibili spectentur, si ipsis adjungantur aliæ partes, illæ simul omnes eandem partem minimam naturalem retinæ attingent, atque adeo eadem, & indivisibilis omnium sequetur visio (*ut ostendimus propos.* 14. 2. *hujus*) quod ex multis capitibus oritur ibi explicatis. Sint igitur tres partes objecti A, B, C, diversimodè inclinatæ, ita tamen parvæ, ut una non possit videri distincta visione; sed debeant propter parvitatem videri per modum unius. Sitque primò unum luminosum cujus lumen per linem G A, impingens in partem A, remittatur in oculum D, videbitur vi illius pars A, & perinde erit ac si viderentur etiam partes B, C, quia licet realiter non videatur nisi pars A, quia tamen ejus visio occupat totum spatium, quod occuparet visio trium simul objectorum, non advertitur aliquid deesse. Addatur luminosum F,cujus quidem lumen productum in A, non reflectitur ad ocu-



lum; sed lumen productum in B, videbitur etiam pars B,unica visione cum parte A; igitur jam illa visio quæ videtur esse ejusdem objecti, jam fit per duos radios, & in eadem parte sensibili retinæ est majus lumen quam si apponeretur tantum unum luminosum. Addatur pariter luminosum E, cujus lumen reflectatur ad oculum à parte C, jam totum illud objectum quod per modum unius videtur, ita ut non advertatur detegi illius unam partem quæ prius propriè loquendo non videbatur, videtur per tres radios; igitur licet lumina in eandem partem objecti mathematicè sumptam incidentes à diversis lucidis non reflectantur ad eundem oculum, ideoque non efficiant ut talis pars videatur magis illuminata,quæ tamen in eandem partem physicam objecti non exactè politi, sed pluribus superficiebus exasperati impingunt, & ad eundem oculum remittuntur, efficiuntque visionem multò intensiorem; ideoque videtur objectum magis illuminari.

Quod dixi de diversis agentibus, intelligendum est de singulis partibus ejusdem agentis. Nam non solum quodlibet lucidum agit in orbem,sed etiam quælibet ejus pars; unde agens majus se habet per modum plurimorum agentium, quia non solum totum per modum unius; sed etiam quælibet pars potest videri visione distincta, ex omni parte hoc est in quacumque parte medii oculus collocetur.

Sequitur ex his quamcumque partem physicam objecti non politi, remittere lumen à quolibet luminoso acceptum in omnem partem physicam medii;immo & lumen à singulis partibus luminosi prodeuntes in omnem partem remittere, sensibiliter & physicè, ita ut occultata luminosi quâlibet parte, aliquid luminis reflexi à singulis partibus physicis objecti scabri deficiat,& non tantum singulæ partes physicæ objecti remittant lumen luminosi in omnem partem,sed etiam lumen remissum ab aliis objectis.

Quæ luminum reflexio non intelligitur in communi opinione per motum localem, sed tantum quod agens primarium idem lumen in loco reflexionis producat, quod produxisset post obicem.

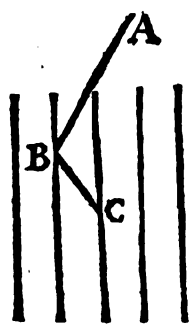
Colliges ex eo rationem cur qui indigent multo lumine ad legendum, melius videant si lumen lucernæ reflectant charta munda, & alba, quàm si uterentur speculo polito; licet enim speculum politum in uno, & determinato reflexionis puncto lumen remittat intensius, corpus tamen impolitum, meliùs remittit in omnem partem. Quod autem dixi de reflexione, idem proportione quadam intelligendum est de refractione, meliùs enim, & uniformiùs videmus, si cancellis charta instructis utamur, quam si crystallo polita uteremur. Quia crystallus radios transmittit per lineam rectam, ita

ut

Digitized by Google

ut in illa linea recta sit quidem intensius lumen, extra verò prædictam lineam, multò sit debilius quam si uniformiter in omnem partem remitteretur.

Ex hoc sequitur quod si alicujus corporis partes minimè convexitatem sphæricam inducrent uniformiter, & in omnem partem lumen remitterent. Talia aliqui volunt esse alba, quæ propterea maximè oculum movent; cum nihil luminis in ipsis pereat. Nigra vero è contra quæ talis sunt figuræ, ut ferè omnes radii intra ipsorum fissuras consumantur. Ut si daretur corpus aliquod compositum ex asticulis, ita ut inter ejus partes aliquod spatii relinqueretur illud corpus vix ullum radium extra se reflecteret, ut in appositа figura



radius A B, reflectitur in B C, neque unquam extra tale corpus egreditur, & per hanc figurarum diversitatem multi colorum varietatem explicare conantur.

Ex hoc deduci posset aliqua ratio experientiæ cujus alioquin vix assignari poterit. Si in foco lentis convexæ, aut speculi concavi apponatur corpus album, non tam citò ignem concipiet, ac si nigrum esset, licet sit ex eadem materia. Ita si objiciatur charta nigra, & alba, & hoc cum valde notabili differentia, licet non videam adhiberi corpuscula combustibilia, dum aliquid tingitur nigro colore. Unde puto facilius rejici in id quod albus color omnes radios extra se remittat, niger verò intra se conservet, qui consequenter potentiùs agunt.

DIGRESSIO IV.

Theorema.

De opaco, & diaphano.

Pudendum est quàm nihil dicant in hac materia communiter philosophi, qui cum lumen definiant per ordinem ad diaphanum, diaphanum rursus definiant per ordinem ad lumen. Dicunt ergo diaphanum illud esse, quod interpositum inter oculum, & objectum quodlibet non impedit ejus visionem, quæ quidem explicatio puto, sufficiet ad hoc ut sciatur quid nominis, seu quid intelligatur hâc voce. Quare ut melius naturam illius explicemus, videamus cur non impediat visionem objecti ulterius positi, quia (inquies) non denegat transitum lumini, & speciebus visibilibus si dentur; si vero quæram ulterius quam requirat in se dispositionem, ut admittat in se radios luminis eosque non sistat in se, hic verò hærent neque ulterius addunt aliquid. Bene quidem unum adjiciunt nempe ex eo quod corpus diaphanum non impediat visionem objecti ulterius positi, quod non terminet visionem, sed ludunt in æquivoco, nam mutata significatione istius vocis (terminare) concludunt; ergo corpus perfectè diaphanum non videtur. Quod enim (inquiunt) terminare non potest visionem, non videtur: In quo est manifesta deceptio, nam in prima significatione terminare intelligitur impedire quo minus ulteriora videantur; in secunda terminare est esse terminum illius respectus quem dicit visio, seu imago illa intentionalis in suum objectum. Possum enim quærere cur licet aliquod corpus tale sit, ut nullo modo impediat quo minus species visibiles objectorum ultra positorum transmittantur; ipsum tamen non poterit aliquas sui species producere, quæ quidem reciperentur cum aliis in eadem parte retinæ. Neque enim implicat, ut in eodem medii aut organi puncto, multorum objectorum species simul recipiantur. Cur ergo non videtur aër, & cur quò corpus erit perfectius diaphanum, eò minùs perfectè videbitur.

Solidiùs ergo, ni fallor, ratiocinabor, si dicam necessarium esse ad visionem, ut aliquis luminis radius remittatur à corpore viso ad oculũ. Ostendi enim jam aliàs lumen medii nihil efficere, item objecta bene illuminata, ut sunt specula tersa, & polita, non tamen videri, quia cum in iis fiat reflexio ordinata, (ob æquabilitatem superficiei) nihil luminis remittitur ad oculum, nisi fuerit in puncto reflexionis; sed corpus quod non impedit quo minus transmittatur radius, illum non reflectit; ergo corpus perfectè diaphanum omnino videri non poterit. Ergo quod visionem non terminat in uno sensu, hoc est non impedit videri ulteriora objecta, non terminabit illam in alio sensu, nempe ab ea non repræsentabitur, nihilque in oculo efficiet. Et ex hoc puto deduci posse, si dentur species visibiles, illas cum lumine reflexo ab objecto produci ita ut sine illo consistere non possint.

Sed nihil adhuc efficimus; restat enim intacta præcipua difficultas, quare trans crystallum, aquã, aërem transmittantur radiationes luminosæ, & non trans aurum, lapidem, lignum, & alia hujusmodi corpora. Dico orgo diaphaneitatem non esse specialem aliquam qualitatem inditam corporibus, quia si diaphaneitas esset aliqua peculiaris qualitas in corporibus, non accideret, ut ex permixtione duorum diaphanorum amitteretur diaphaneitas, sed ex mixtione duorum diaphanorum nullo amittente suam diaphaneitatem, totum tamen coalescens ex duobus diaphanis fit opacum; ergo non est peculiaris qualitas distincta ab aliis. Major videtur clara, & inductione ostenditur, neque enim ex mixtione duorum alborum perit albedo, duorum quantorum perit quantitas, duorum gravium gravitas, calidorum calor. Aqua diaphana est, aër item maximè diaphanus est, sed ex mixtione aquæ, & aëris in glacie multum deperit de aquæ diaphaneitate; item dum miscetur aër, cum eadem aqua in nube, aut in pluvia, dum pluit licet singulæ guttæ sint pellucidæ, aër item adhuc magis; plurimæ tamen guttæ aquæ, permixtæ cum aëre diaphanæ non sunt. Deinde vix est ullum corpus quod si in tenuissimam bracteolam extendatur, non sit aliquantulum diaphanum. Ponamus illud esse diaphanum ut duo; ex conjunctione illius bracteolæ cum alia simili permaneret eadem specie diaphaneitas, fieretque diaphanum ut duo magis extensum; cum tamen tota amittatur. Addo si perspicuitas illa esset peculiaris qualitas; ex sola figuræ mutatione non mutaretur, aut periret,

quod

Digitized by Google

quod eſt contra omnem experientiam, ſit vitrum terſiſſimum; & maximè elaboratum, affricetur corpori duro, ut ferro interpoſita arenula, nulla eſt cryſtallus, quæ intra ſemiquadrantem, ſuam perſpicuitatem non amittat omnino; ita ut non ſit magis perſpicua quam lapis quicumque obvius; ſed in tali caſu nullam amittit qualitatem; ſed tantum hujuſmodi arenulâ exaſperatur omninò, fiuntque frequentiſſimi ſulci quibus miſcetur aër. Neque dicas ideo non tranſmitti amplius luminis radios, quod arenula adhæreat, quare ſi malefiat hæc cryſtallus videbitur perſpicua, quia loco aëris ſubſtituitur aqua ejuſdem ferè denſitatis cum vitro, aut cryſtallo; neque enim propterea excutientur, quæ adhæſerunt.

Dico ergo perſpicuitatem conſiſtere in perfecta partium quoad denſitatem & raritatem homogeneitate, & ſuperficiei æquabilitate. Quæ definitio ut intelligatur, ſupponendum eſt quod fuſiùs infra explicabitur. Quoties luminis radius à medio rariori ad denſius tranſit, vel viciſſim, toties fiat aliqua refractio, in omni autem refractione radius minuitur; ſicut & in reflexionibus. Quod quidem facilius explicatur in opinione admittente motum localem in lumine; mobilia enim, dum in corpora impingunt, multùm amittunt de ſuo impetu, multùm item dum obliquè feruntur in aquam; hoc autem hic ſuppono, nec expendo ulteriùs, ſed ſi aliquod corpus conſtet partibus heterogeneis, radius luminis à medio rariori ad denſius, & viciſſim, tranſibit; ergo ita imminuetur ut nullus ſit. Debet ergo eſſe aliqua homogeneitas in partibus, ſaltem quoad denſitatem, & raritatem; hæc autem ſimilitudo partium neceſſariò includit, ut ſuperficies illius corporis ſibi adhæreant, hoc eſt nullum miſceatur corpus alterius raritatis. Hunc defectum aliquando advertimus, in vitro, quod cum de ſe ſit diaphanum, ſi tamen dum ex fornace educitur miſceatur aliquid aëris, hoc eſt partes eius non benè inter ſe cohæreant, nec excludant omnem aërem, vortices habet multum lumini officientes, multò magis ſi eius ſuperficies fiat ſcabra, fit lumini impervium totum vitrum. Si verò corpus ſit homogeneæ raritatis, & denſitatis, ubi lumen illabitur, refringitur quidem; ſed quam ſemel in ipſo corpore viam inivit, hanc continuò ſervat, nec ampliùs minuitur; ergo ex eo benè intelligitur quod ſit diaphanum quid opacum.

Sequitur ex eo, licet corporis alicujus tenuiſſima bracteola eſſet diaphana, non tamen ſequi totum corpus perlucidum eſſe, primò quia ſi ſequens bracteola eſſet diſſimilis in raritate, & alia rurſus diſſimilis, aut malè cohæreret; ita ut admitteretur aliquid aëris, aut corporis cujuſcumque diſſimilis; duæ de novo refractiones fierent, quare minueretur ex tot refractionibus intenſio luminis. Quare ſi prima bracteola jam conſtat ex diverſis corporibus; ideoque multùm imminuit radium, multò magis minuetur ex additione alterius bracteolæ.

Secundò nulla fit unquam refractio, quin habeat aliquid admixtum reflexionis, ut dum lumen ex aëre in aquam illapſum refringitur, videmus aliquam partem illius luminis reflecti in oppoſitas partes, & quantum intenſius eſt lumen quod reflectitur, tantum decedit de lumine, quod intra aquam per refractionem propagatur; ergo ſi plurimæ fiant, hujuſmodi refractiones, quia cum ſingulis ſit aliqua reflexio imminuetur lumen, & evaneſcet.

A nonnullis aliter explicatur natura perſpicui, accommodatè ſcilicet ad eam ſententiam, quæ lumen eſſe tenuiſſimam ſubſtantiam, & omni aëre ſubtiliorem aſſeverat, conſequenter enim debet agnoſcere in corporibus perſpicuis frequentiſſima foramina, & poros crebrimos, quibus aditus lumini præbeatur. Id autem quod tali opinioni probabilitatem aliquam poteſt adſtruere, ſunt multæ experientiæ circa vacuum factæ, quæ ſatis benè explicari non poſſunt niſi etiam in corporibus quibuſcumque tales admittantur pori, ut ſubſtantiæ tenuiori aditus patefiat. Quod verò multi exiſtant in rebus quibuſlibet pori qui aliquibus ſpiritibus viam faciant, aliis verò improportionatis quo ad figuram, aut magnitudinem denegent; ſexcentæ oſtendunt experientiæ. Ita dicitur hederaceum poculum vinum continere non aquam, ideoque Baccho ſacram fuiſſe hæderam. Ita aqua multo ſale ſaturata, illud reſpuit; admittet tamen ſal alterius naturæ, cujus nempe partes minutæ aliam habent à priori ſale figuram. Quòd explicari non poteſt niſi quod ſal primum poros omnes aquæ impleat partibus ſuis accommodatos, quibus ſemel occupatis, reſpuitur ab aquâ hujuſmodi ſal, nec amplius in ea liquatur: admittetur tamen ſal alterius rationis, quod quia conſtat partibus alterius figuræ, convenientes adhuc poros inveniet, & ita deinceps aqua ex ſecundi generis ſale illud tantum decerpet, quod ſibi conveniens eſt, aliud reſpuet, atque ita idem eveniet reſpectu ſingulorum. Eodem principio nititur tota diſſolventium doctrina; quæ enim diſſolventia aptiſſima ſunt ad juvandam unius metalli colliquationem, alteri metallo colliquando inepta ſunt, eò quòd conſtent partibus quoad figuram poris metallorum correſpondentibus, & accommodatis, quos motu ignis ſubeant, & dilatent, & hoc modo diſſolutionem, & colliquationem accelerent. Aliis vero colliquandis ſint inutilia quod poros eorum non ſubeant, propter figuræ diſſimilitudinem. Ita ſi in ſpiritus ex ſale communi extractos bracteam auream immergas, ſubitò diſſolvi animadvertes, quæ immerſa aquæ ſtigiæ non immutabitur; è contra verò ſi aquæ ſtygiæ perfundas bracteam auream non diſſolves, ſi cupream, in inſtanti diſſolvetur.

Eodem principio non ineptè explicatur, cur certi cibi aliquibus animalibus ſint inutiles. Cum enim cibus ad concoctionem debeat ſubigi, & in minutiſſimas partes dividi, illud animal cibo uti non poterit, cujus diſſolvente carebit. Habent enim quælibet animalia certos humores diſſolvendis certis, & accommodatis cibis idoneos; aliis verò inutiles. Ita certa aquæ ſpecies coquendis leguminibus aptiſſima eſt, alia ita inepta ut quò plus coquentur, eò magis indurentur. Ita ſatis benè explicamus cur quod venenum eſt alicui animali, alteri nocivum non ſit. Sic multi conſenſum illum certarum partium cum aliis, aut etiam perſonarum explicant, voluntque poros ferri conformes eſſe ſpiritibus ex Magnete profectis, unde ſæpe ex ſola figuræ diverſitate multos effectus explicare poſſumus, quos, ut dixi, qualitatibus occultis, hoc eſt perfugio inſcitiæ explicant plerique. Quod ita oſtendo ſi quis peteret à me cur clavi aliquâ fores reſerare non poſſum, an illi bene reſponderem ſi aſſererem, in tali clave non eſſe qualitatem reſpondentem qualitatibus illius ſeræ; an

potius

potius clavim hanc non posse ingredi serarum foramen, nec habere fissuras accommodatas circulis in tali sera latentibus. Quod enim de figura dicitur physicum est, & palpabile, & ab omnibus intelligitur; quod de qualitatibus præcipuè ignotis asseritur, metaphysicum est; in quo existimo graviter hallucinatos esse plerosque philosophos, dum metaphysicè, loquentem Aristotelem, physicè intellexerunt. Dum enim qualitates admittit Aristoteles in sensu metaphysico, id est id per quod respondetur, ad quæstionem factam per (qualis sit res) non continuò voluit illud habere qualitatem physicam, hoc est accidens physicum: & hoc sufficienter ostendit in tractatibus physicis, ut in meteoris, problematibus, & aliis, in quibus physicum agit, & non metaphysicum. Quæ dicta velim non ut qualitates omnes physicas respuam, sed ut pruritum philosophorum eas ubique admittentium nonnihil comprimam. Cur enim qualitatem admittam in Reubarbaro ad purgandam bilem, si possum asserere imprægnari posse Reubarbarum bile, & eam secum educere?

Quare ut ad institutum redeamus; volunt aliqui philosophi, ea corpora perspicua esse, & diaphana, quæ poris tenuibus, & ita crebris sunt perforata, ut in omnem partem transmittendo lumini pateant. Quæ quidem opinio difficultate non caret: quomodo enim fieri potest, foramina ita esse appositè fabricata, ut quam semel inivit viam radius luminis constanter teneat, nec incurrat in partem aliquam solidam, à qua reflectatur tantisper, aut à cœpto itinere avertatur? si enim dentur pori recti, & obliqui, quomodo lumen obliquè incidens obliquos tantùm poros eligit. Possunt tamen respondere eam partem luminis, quæ non incurrit in poros obliquos correspondentes inclinationi qua impingit, reflecti, & non transmeare; eam verò quæ poros nanciscitur in lineam rectam protensos ulterius transmitti. Quæ responsio vim argumenti nonnihil infringit, non solvit tamen omnino, præcipuè si hujusmodi poris adscribant vim illam infringendi lumen. Sed meliùs etiam in hac opinione alteri rationi tribuetur refractio, atque hæc sufficere possent ad intelligendam naturam diaphani; attulimus enim aliquid aliud præter ipsam vocis explicationem.

Duplex igitur diaphaneitatis notio excogitari potest, appositè ad opinionem, quæ censet lumen esse substantiam.

Prima in fluiditate perfecta sita erit, vi cujus ita in minutissimas partes corpus aliquod dividi potest, ut aliorum corporum motum non sistat: ita fluiditas aquæ talis est, ut motum alterius liquoris, verbi gratia, vini non impediat, immò facilè à vino penetretur, non quidem penetratione propriè dictâ, & strictâ; sed penetratione ad sensum perfecta; ita ut nulla notari possit pars aquæ, quæ vini particulam non admittat, hæc diaphaneitas aëri convenire videtur.

Secunda notio diaphaneitatis in multiplicitate, & tali coordinatione pororum sita est, quæ ex omni parte, viam ad sensum rectam præbeat: Talis erit si partes solidæ in quincuncem dispositæ sint, dum enim arbores hoc modo digeruntur, animadvertimus in omnem ferè angulum, viam apertam esse, hi autem pori materiâ maximè fluidâ, hoc est diaphanâ secundùm primam diaphaneitatis notionem impletur, & crystallo, & vitro hæc secunda species conveniet.

Rationes autem præcipuæ, quæ tales notiones stabiliant, petuntur ex penetratione luminis, cum corporibus diaphanis, quæ penetratio propria esse non potest; vel non dabitur ulla ratio reflexionis, præcipuè dum radius à minus diaphano ad magis diaphanum procedit, ut à crystallo in aërem. Neque etiam cur quæ sunt diaphana in parva quantitate, si in majori quantitate sumantur diaphana non sint; multò minus cur aliqua luminis particula corpus diaphanum subeat; alia reflectatur: nam diaphanum capax est excipiendæ illius particulæ quæ reflectitur, cum possit intensiùs semper, & intensiùs illuminari. Addo falsum esse quod opaca lumen omnino non admittant, admittunt enim ad aliquam profunditatem, ut jam ostendi in tenuibus laminis. Secundò ostenditur eò quod calor, & sæpè ignis in ipsis à lumine producatur: deinde si aër habeat diaphaneitatem, peculiarem qualitatem ubique fusam, nulla erit ratio cur superficies aëris quæ crystallo contigua est eâ careat, aut minorem quam reliquæ aëris superficies, cùm tamen hæc lumen reflectat aliæ verò minimè. Addo nisi hæc diaphaneitatis afferatur notio, nulla excogitari poterit ratio cur telæ, & chartæ oleo inunctæ fiant magis diaphanæ, aut multa corpora per solam texturæ mutationem diaphana evadant.

Hanc pororum multiplicitatem suadent multa, Primò quod vix ullius corporis superficies perfectè complanari possit; quod ostenditur, eò quòd quantumvis complanata sint corpora, glutino tamen sibi invicem adhærere possunt: sic metalla conferruminantur, plantæ habent poros etiam sensu perceptibiles, qui in eorum cadaveribus educto humore manifesti fiunt. In titione una parte accenso, fumus & humor ex alia parte exsudat: vas hederaceum vinum, non aquam continet. In animalibus sudor poros indicat, ea omnia quæ spirituum effluvium habent, aut ex quibus spiritus extrahitur, frequentes poros habent: fluida item ut aqua, quæ uno sale saturata quod propterea respuit, alterius speciei sal admittit; hydargyrum in poris materiam subtilem continet, quam iterum resorbet, & sic in aliis innumeris experimentis.

Hæc pororum multiplicitas plerisque videtur incredibilis, præcipuè cum quælibet pars crystalli illustris, seu lumine perfusa videatur; nihilominus respondent non posse oculis distingui eas crystalli particulas, quæ non illustrentur, non sequitur tamen eas non dari. Ut etiamsi rarò admodum, & tenuibus constante filis velo, expanso, quamvis peculiares umbræ distingui non possint, non sequitur tamen non interruptam esse luminis propagationem; sicut dum nigris albi calculi miscentur, in magna distantia, nulla distinctio apparet, in aqua colore tincta, nulla distinctio est manifesta, est tamen distinctio particularum aquæ, & corporis colorati, neque etiam ex interruptione radiorum, sequitur ulla in objectis visis interruptio, modò in retina nulla sit interruptio sensibilis radiorum, ad totale aliquod objectum pertinentium, sic licèt transvelum lumen interruptum admittens, respiciamus, non tamen propterea interrupta videmus objecta.

Quæres quænam substantia poros hujusmodi ante adventum luminis occupet, & quò per adventum luminis se recipiat? Respondent eandem substantiam, quæ poros corporum perpetuos odo-

Digitized by Google

res exhalantium replet, diaphanorum vacuitates occupare, eamque ſubſtantiam nonnihil condenſari, ut tranſitum lumini faciat, & cum ſit diaphana primo modo facilè penetrari.

Alia multa omitto quæ in utramque partem dici poſſunt.

DIGRESSIO V.

Phyſica.

Quid ſint colores.

Afferam tantum hic aliquorum philoſophorum opiniones, ut melius quæ in hoc tractatu mathematico dicturi ſumus intelligantur. Communis & recepta in ſcholis opinio, colores admittit reales à rebus ipſis, & corporibus, & quacumque eorum configuratione diſtinctos. Videt enim aliqua corpora ita eſſe ſui coloris tenacia; ut quamcumque induant figuram eodem tamen colore fulgeant; ut ſi duo marmora diverſa, exquiſitiſſimè poliantur in planam, & ſimilem ſuperficiem, tamen ſimilem exhibebunt colorem; ergo color aliquid eſt diſtinctum à figura, item marmor album in quamcumque figuram efformetur; manebit tamen album. Quod verò diſtinguatur color à corpore facilè probant, eodem prorſus argumento quo diſtinctio aliorum accidentium, à corporibus comprobatur; nempe ex ſacroſancto Euchariſtiæ ſacramento, in quo invenitur color panis, & vini ſine ullo corpore.

Poſſunt addi multa alia argumenta hujuſmodi v. g. quod figura de ſe activa non ſit; ſed colores activi ſunt, ita ſæpè oculis nocent, ſuffuſiones provocant, aliqua animalia in rabiem agunt, aliis placent. Communiter autem in ea opinione duplicis generis admittuntur colores, alii enim ſunt reales, alii phantaſtici, & apparentes tantùm. Reales fixi ſunt, & permanentes, ex omni parte iidem apparent: phantaſtici verò, & apparentes, non ex omni parte ſpectari poſſunt; ſed tantum ex certo, & determinato loco; conſiſtuntque in varia lucis, & opacitatis contemperatione, ex quo fit ut ea deficiente intereant eâ mutatâ immutentur. Reales igitur colores, ſunt ſecundæ qualitates ortæ à primarum combinatione: neque item omnes conveniunt, volunt enim nonnulli colorem eſſe lucem omnibus corporibus congenitam, quæ appulſu luminis alicujus vehementioris, & extrinſeci excitetur ad productionem ſpecierum ſuarum per totum medium; uſque ad oculum, vi tandem quarum ſpecierum determinetur oculus ad videndum, quod pertinet ad ſpecies dicam ſequenti digreſſione quod ſentio. Alij verò non lucem colorem eſſe admittunt, ſed verum accidens, & reale aptum ad terminandum viſum; ſeu motivum oculi, & quod poteſt repræſentari ab oculo: hoc eſt cujus imago vitalis exprimi poteſt à potentia viſiva. Alia verò oppoſita opinio nullum admittit colorem, niſi configurationem certam partium minimarum in corporibus ad certo modo, & determinato ordine reflectendum lumen. Quæ huic opinioni probabilitatem non contemnendam conciliant ſunt multa. Primò ex ſola mutatione figuræ nulla alia temperamenti mutatione facta ex qua oriri poſſit, coloris diverſi productio, varii & diverſi oriuntur colores. Experimentum commune tale ſit, conteratur quam fieri poterit tenuiſſimè, illa arenula rubea; ex qua conficiuntur clepſydræ: hoc exemplum affero quia ea ſæpè uſus ſum, in elaborandis lentibus teleſcopiorum, iiſque poliendis, ſi inquam conteratur hæc arenula, primò quidem fuſcum colorem exhibet, ſi tamen ulteriùs conteratur candorem aliquem exhibet. Si utaris arenula exquiſitè alba, poſtquam contrita eſt ſubcinericium colorem induit, vixque invenies corpus quod ex attritu colorem non immutet; præcipuè ſi, non communiter, & ad ſenſum tantum ſed extraordinario modo contundatur: ſed per hujuſmodi attritum nulla fit temperamenti mutatio, ſed tantum figuræ, igitur ex ſola mutatione figuræ mutatur color.

Si aqua quæ nullius cenſetur coloris in ſpumam abeat hoc eſt in ſphærulas conformetur; candicabit, & hoc, candore non tantum apparenti, ſed etiam reali & fixo cum ab omni parte immutatus ſpectetur; & non tantum aqua, ſed ipſum etiam attramentum, ſi in ſpumam motu figuretur albicabit.

3. Omnia ferè quæ vi ignis in minutiſſimas partes dividuntur, candorem habent, licèt proprietates ſuas retineant & diverſum temperamentum, ſuum ſaporem & alia id generis.

4. Ex ſola mixtione aquæ cum oleo, fit color albus, ex mixtione diverſæ aquæ, non quidem ſimplicis, non diſſimilis tamen coloris à communi, innumeri colores fiunt, & alia hujuſmodi.

5. Ex ſola diverſa luminis refractione omnes exurgunt colores, ut in Iride, in priſmate triangulari, in ſphæra vitrea aquâ plena: ergo & reflexio idem præſtare poterit. Quid enim poteſt refractio facta in trigono, niſi certo ordine, & figurâ radios tranſmittere, nihil enim aliud excogitari poteſt. Cùm trigonum ejuſdem ſit rationis, cum alio vitro; ergo ſi ratione ſuæ ſubſtantiæ aliquid adderet lumini, quodcumque vitrum & ſub quacumque figura eoſdem adderet colores, ſed hoc eſt falſum; requiritur enim certa figura: ergo cum certi ſimus ſolam figuram id præſtare, quæ ſecundum omnes activa non eſt; quidni figura in reflexione idem præſtare poterit?

Addo ulteriùs quod ſi facultas ſoli tribuatur refractioni in qua nempe radius penetrat corpus diaphanum cum jam oſtenderimus ſupra omne corpus, ſecundum minutiſſimam ſuperficiem eſſe diaphanum, & lumen admittere; vix ulla fiet unquam reflexio in qua aliquid admixtum non ſit refractionis. Ergo poterit in omni reflexione ex ſola corporis reflectentis diverſa figura, etiam nullo admiſſo alio colore omnis exoriri color, ideoque ſuperfluus erit color diſtinctus.

Non urget quod affertur de Auguſtiſſimo Euchariſtiæ Sacramento, quantitas enim quæ reflectit lumen, immò quæ reflecteret corpora, ſervat eandem figuram ſecundùm minutiſſimas partes quam habebat panis, aut vinum ante conſecrationem.

Quæ à me dicta ſunto tantum animi gratiâ, non ut matheſin noſtram ulli ſententiæ addicam, quæ in omni opinione phyſica æqualiter ſuas demonſtrationes peragit.

Digitized by Google

DIGRESSIO VI.

Physica.

An præter lumen dentur aliæ colorum ſpecies impreſſæ.

Hactenus invaluit ea apud Peripateticos opinio, à quocumque objecto viſibili per totum medium diaphanum propagari, accidentia aliqua, quæ ſint ipſius objecti viſibilis vicaria, & determinent potentiam viſivam ad perceptionem ſeu viſionem ejuſdem objecti. Putant autem multum præſidii in argumentis noſtris Mathematicis ſe nacturos, præcipuè cum viſio per radios reflexos, aut refractos fieri manifeſtum ſit. Exiſtimant enim hujuſmodi modos videndi, nullam vim habituros niſi aliquid per medium propagaretur, quod talium affectionum capax eſſet. Nos in hac digreſſione præcipuè expendemus, an argumenta quæ ex principiis noſtris deducuntur huic opinioni vel tantillulum faveant, an verò principiis noſtris omnem ſuam vim obtinentibus, facilè quis hujuſmodi ſpecies poſſit non admittere.

Præcipuum autem argumentum eſt, quod potentia indeterminata ad perceptionem unius, vel alterius objecti, determinari debeat per aliquid quod ipſi conjunctum ſit, ut potiùs unum cognoſcat, quam aliud. Quod verò oculus ſit potentia indifferens experientia patet: ſed niſi admittantur hujuſmodi ſpecies ab oculo productæ, nihil excogitari poteſt, quod ſit potentiæ viſivæ conjunctum, à quo determinari poſſit, ut potius unum colorem percipiat, quam alium; ergo tales formæ admittendæ ſunt. Objectum enim diſtat à potentia viſiva; nullum autem corpus diſtans poteſt determinare potentiam viſivam, vel enim illa determinatio eſt formalis & tunc deberet determinativum recipi in ipſa potentia, vel illa determinatio quod eſt probabilius, eſt effectiva cum in effectu producendo aliqua eluceſcat perfectio ipſi objecto reſpondens; nempe eſſe repræſentativum ipſius objecti; ſed objectum abſens hanc determinationem effectivam præſtare non poteſt, ſecundum commune axioma, nulla cauſa efficiens agit in paſſum diſtans. Addo quod ſi objectum etiam nihil propagando per medium determinare poſſet oculum ad videndum: nulla eſſet ratio, cur interpoſito quocumque corpore, impediretur viſio, ſeu quare requireretur, ut objectum eſſet in linea recta ab oculo ducta, & quare ad omnem diſtantiam æqualiter non videretur: ita ut rectâ, & occultatâ quacumque objecti parte, pereat etiam repræſentativum ejus, & conſequenter ejus repræſentatio. Deinde nulla eſſet ratio cur pro varia interjecti medii raritate, aut denſitate, variæ ſequerentur viſiones.

Neque autem lumini poteſt id muneris demandari. Quod enim repræſentativum eſt unius, non poteſt ipſum immutatum eſſe repræſentativum alterius; ſed lumen eſt repræſentativum corporis lucidi à quo procedit; ergo immutatum non poteſt eſſe repræſentativum corporis colorati; quod ſi dicatur mutationem aliquam recipere, id quo mutabitur ſeu id quod recipiet, erit id quod ſpeciem vocamus; cùm enim id quod additur lumini ſit repræſentativum colorati, benè vocabitur ejus ſpecies. Igitur ſemper ex eo capite negari non poterit ſpecies.

Non tamen ex eo ratiocinio evincitur adhuc tale repræſentativum aut ſimul cum lumine propagatum, aut lumen afficiens & modificans eſſe ſpeciem impreſſam, qualem nobis deſcribunt Philoſophi; ſed adhuc nobis liberum erit variis entibus hujuſmodi vim, & efficaciam conferre. Et primò ut propiùs ad opinionem illam ſpecierum accedamus, videntur hujuſmodi repræſentativa cum lumine propagato, non eſſe ejuſdem rationis cum coloribus in corpore terminato, ſeu opaco exiſtentibus. Nam ex diverſitate effectuum formalium diverſitatem etiam formarum agnoſcimus; ſed color in corpore opaco exiſtens, habet alios effectus formales, quam habeant illæ formæ quæ à colore per medium propagantur; colores quippe exiſtentes in opaco impediunt quo minus alius color in eodem opaco recipiatur, & inſuper ne formæ repræſentativæ aliorum colorum in eodem opaco recipiantur. Secundò formæ per medium propagatæ, viſibiles non ſunt, ſaltem viſione directa, & quantumvis in loco magis extenſo producantur, non minuunt tamen, aut augent viſionem objecti primarii, & coloris. Immò neque in viſione reflexa videntur hujuſmodi ſpecies, tam in ea quæ fit in ſpeculo terſo, & polito, quàm in ea quæ accidit in reflectentibus ſcabris & non politis. Colores autem habent hoc ut terminent viſionem, igitur iſtæ formæ productæ per medium non ſunt ejuſdem naturæ cum coloribus quæ ſunt objecta visûs.

Multò minus ſibi perſuadeat facilè aliquis; id quod à colorato propagatur per medium, eſſe corpuſcula quædam; quomodo enim tam tenuis ſubſtantia quæ in colorato invenitur, poſſet evaporare, & extrudere ex ſe tam citò, tam diu tantam copiam corpuſculorum, ut ſpatia tam vaſta iis impleat, cum ex omni puncto ſpatii quilibet color eodem tempore viſibilis ſit.

Deinde quænam eſſet vis motiva à qua moverentur & impellerentur hujuſmodi corpuſcula, ſeu corporum exuviæ, ut in omnem ferantur loci differentiam, & quæcumque media etiam duriſſima, diaphana tamen, maximâ velocitate, & ferè in inſtanti pervadant; cur ab aliis alia ratione & contraria motis non ſiſtuntur, aut ſaltem leges directionis non mutant. Quod etiam deberet accidere quoties vacuitates in directum jacentes non invenirent. An alia atque alia continuo fluxu ſibi ſuccedunt, an eadem remanent; ſi ultimum quomodo ablato objecto non amplius in medio ſuſtentantur, ſed decidunt. Si verò primum, quam ingens & intolerabilis corpuſculorum multiplicatio.

Addo quod moto diaphano, & agitato, nullo modo mutent ſitum; cum tamen ſi corpuſcula ſint, quantitate non careant, & conſequenter facilè à ventis aliiſque motis corporibus alio averti poſſint. Nec facit quidquam quod ferri ramenta priùs languentia excitari poſſint, & in certas lineas dirigi, ſi magnes acceſſerit. Primò quidem ferri ramenta etiam hoc modo directa, ab aliis corporibus impelli, & ab ea directione detorqueri poſſunt.

Secundò etiamſi admitterentur ſpiritus ſeu halitus quidam à magnete emitti, qui tamen in ipſum recurrant, non continuo admittendi eſſent, in corporibus coloratis propter ſphæram activitatis ferè infinitam, & conſequenter incredibilem corporum multiplicationem, quæ tamen in eodem penè medii ſpatio invenirentur. Reſtat igitur

Digitized by Google

ut detur aliquid aliud, seu id quod à coloratis propagatur per medium sint species aliquæ, seu accidentia, quæ non à lucidis per motum localem in medium transeant, sed in ipso producantur, immò ut supra dixi de lumine una species aliam non producat, sed immediatè producantur omnes à colorato, excitato nempe per lumen.

Proprietates autem sunt plurimæ hujusmodi specierum, nempe quod in singulis partibus saltem physicis medii producantur singulorum objectorum, imò singularum partium objecti species. Quod patet tam in foramine quocumque feneſtræ, quam in foramine uveæ per quod trajiciuntur singulorum coloratorum species: si enim alicujus partis species in eo foramine non invenirentur, neque ulteriùs ab iisdem coloratis produci possent, ne agerent in distans. Idem evenit in lente convexa, in qua recipi debent omniũ eorum objectorum species, quorum imago depingitur in charta oppositæ. Et licet si retina esset in eo loco in quo omnium objectorum species recipiuntur, maxima esset confusio, nulla tamen sequitur in retina, quia post foramen in qualibet parte non inveniuntur singulorum objectorum species sed tantum eorum à quibus ad talem determinatam partem per foramen patet recta linea.

Alia proprietas hujusmodi specierum est, ut in eadem parte medium coloratum album verbi gratia producat speciem sui, etiamsi idem medium habeat jam similem qualitatem immo multò perfectiorem, quod jam de lumine supra notavimus; ita ut in eo multum differat propagatio luminis & specierum à propagatione caloris cæterarumque qualitatum.

Tertia est quòd sæpe in medio rariori, intensiores producantur species quam in medio densiori, prout figura mediorum confert ad talem intensionem: Ita post lentem vitream radii solares adunantur & fiunt potentiores in aëre, idem evenit in reflexione.

Quærunt hîc communiter authores istius sententiæ, an hujusmodi species ita sint affixæ suis objectis, ut quæ est repræsentativa unius objecti non sit repræsentativa alterius, putantque se inveniſſe demonstrationem ad id asserendum, quod si oculo objiciatur totum aliquod coloratum, detecta nova illius parte, priores non meliùs videantur, igitur species productæ ab una parte objecti inutilis est ad visionem alterius partis: ergo species ut vocant sunt indivisibiles in repræsentando.

Nihilominus puto hoc argumentum nihil omnino concludere. Concedo quidem speciem ab uno agente immissam quamdiu in retinæ parte diversa recipitur, non juvare potentiam ad hoc ut videat objectum cujus species in alia retinæ parte recipitur. Si tamen species duorum in eadem retinæ parte physica excipiantur, illæ duæ concurrent ad unicam visionem utriusque objecti; quod accidit in plerisque casibus in quibus confusio oritur. Immò in omni visione, quia non distinguimus in objecto, usque ad minutissimas atomos; necessarium est ut in eadem Physica parte retinæ exerceatur indivisibiliter, ut vocant, visio totius objecti; ita ut in minori parte exerceri non posset ulla visio, & in tali casu una pars objecti facit ut alia etiam videatur quæ sola non videretur. Deinde nescitur an species quæ ab uno ovo verbi gratia producitur ab alio produci non possit, & dum objicitur ovum A, an alia visio producatur in oculo, quam si ovum B fuisset propositum. Scio saltem me nullam differentiam advertere posse, ita ut si Deus ita auferret ovum A ut eodem instanti substitueret ovum B, ego nihil adverterem. Unde puto fore eandem visionem. Inclamabis: sequeretur me videre omnia ova dum video ovum A. Respondeo negando sequelam, dicor enim videre illud ovum quod produxit in oculo visionem, quod si intelligas quod habeam visionem quæ possit aptari omnibus ovis omnino similibus hoc ultro concedam.

Dices adhuc si species non essent affixæ suis objectis; sequeretur, quod species duorum objectorum similium se mutuo intenderent in eodem medio, quod videtur absurdum.

Respondebo facilè concedendo hoc totum nempe quod si in eadem parte retinæ duorum alborum species recipiatur, quod mutuo se intendant, & melius operentur, seu sequatur visio fortior; si verò recipiantur in eadem parte medii, concedo item sequi eandem intensionem. Nego tamen propterea objectum melius videri, quod quidem sequeretur, si una species aliam produceret, sed mihi demonstratum est nec speciem, nec lumen esse sui similis productiva, ut satis ostendi superius.

Alia afferuntur argumenta quibus probatur specierum existentia. Quæ præcipuè petuntur ab aliquibus experientiis, nempe quid videatur in speculo, quid in cubiculo clauso in quod per foramen radiant objecta, quid dum lumen solis transmittitur per vitrum rubeum, in quibus omnibus experimentis volunt nonnulli videri species. Quia tamen, neque specierum propugnatores acerrimi propterea admittunt illas unquam videri, sed tantum per illas objecta, ideò responsionem tantisper differamus.

Multi varias inivere vias ut tantam specierum multiplicitatem à Philosophia procul ablegarent. Et primò quidem cum illæ ferè omnes quæ communiter speciebus attribuuntur proprietates, quo ad productionem, & propagationem, lumini conveniant, nullas à lumine distinctas species agnovere.

Quare nonnulli dixerunt lumen ab objectis modificari, & hoc pacto modificatum sufficienter esse determinativum visus ad perceptionem diversorum objectorum, pro varia modificatione. Si tamen nihil aliud addatur, non satis solida est ea responsio. Primò quia si velit eam modificationem esse productionem alicujus modi in lumine, quia modi activi non sunt, id autem quod additur lumini, activum esse debeat, & concurrere ad productionem visionis; aliquid aliud admitti debet. Deinde non invenio magnum compendium in eo, tanta enim est difficultas in admittenda tanta modorum copia, quanta in admittenda qualitatum copia; neque enim cariùs vænnunt qualitates, quàm modi, immò est aliqua potior ratio cur qualitates asserantur quam modi, propter activitatem quam in oculo exercere debent.

Secundò alii dicunt lumen tingi colore, quid autem sit istud tingi non ita facilè intelligitur: quod enim colore tingitur corpus est; quare si in ea sententia quæ lumen verum accidens esse agnoscit loquendum sit, non bene intelligitur quid sit tingi, nisi quod in eodem subjecto in quo est lumen, etiam ab objectis producatur aliquis color: sed cum ille color per se non sit visibilis, debet esse alterius rationis, ac ille qui invenitur in corporibus opacis.

Alius

Alius modus qui probabilitatem aliquam habet, eſt lumen in corporibus coloratis certam configurationem accipere, quâ reflectitur aliò atque aliò modò; quod enim lumen reflexionem patiatur, in omni opinione dicendum eſt. Quod à variis corporibus variè etiam reflectatur, nemo negare poteſt. Qui unicum admittet principium inferius explicandum, nempe angulos incidentiæ, & reflexionis æquales eſſe; & de facto videmus ſuperficies concavas in unum radios congregare; convexas diſpergere, ſphæricas in omnem partem, cylindricas partim diſpergere, ſecundùm eam partem quâ circulum imitantur, partim verò eundem radiorum ordinem conſervare, prout longitudinem rectæ lineæ obtinent. Reſtant duo videnda.

Primum an colorum diſtinctio petatur à varia diſpoſitione partium minimarum; quod ſatis probabiliter ſuperiùs diximus. Si enim aliquis eam partium diverſam texturam non advertit, quia aciem oculorum nimis obtuſam habet; microſcopio utatur, videbitque ea quæ ſunt albi coloris, conſtare ut plurimum ſphæricis partibus, quæ lumen ferè uniformiter in omnem partem remittant; & ita de cæteris partibus dicendum eſt. Secundum eſt an diverſa illa luminis configuratio omnem omnino colorem oſtendat: & hoc iterum valdè probabiliter concedetur ab eo qui iridis aut triangularis priſmatis colores attentiùs inſpexerit. Quid enim præſtat illa refractio, ut quoties radius aliquis ita incidit in corpus denſum, ut una parte ſit tenuius & gracilius corpus illud, quàm ex alia, toties varii colores, & pro vario angulo, & diſpoſitione idem lumen trajectum varios colores exhibeat: ita ut nullus ſit color, qui hoc modo repræſentari non poſſit. Unde quotieſcumque lumen reflexum ab aliquo corpore, ita remittitur, ut eundem ſervet ſitum, & radiorum diſpoſitionẽ quam habebat ante reflexionem, quando nempe à lucido prodibat, ſit aptum ad repræſentandum idem lucidum; ſi verò radii mutent eam configurationem, aliamque induant, ſimilem illi quæ invenitur in corpore reflectente, jam repræſentent corpus illud. Si denique non amittant omnino, utrumque repræſentent, ut accidit in Iride in cujus ſingulis ſtillis imago ſolis videatur, quæ in guttis grandioribus, aut in ſphæris vitreis meliùs agnoſceretur. Quod ſi difficile ſit ſingulorum colorum figuras aſſignare, hoc nullo modo probabilitati hujus opinionis præjudicat. Si enim aſſignaveris quænam configuratio luminis requiratur ut colorem croceum referat in Iride quam tamen aſſignare teneris, cum ibi nullus ſit color, qui ſuas ſpecies ſimul cum lumine propagare poſſit; aſſignabo & ego quænam requiratur configuratio ut ſinguli colores exhibeantur. Qui optimis microſcopiis inſtructi ſunt, poterunt forſitan aliquid claritatis huic opinioni affundere. Si corpora diverſi coloris attentiùs intueantur, jam ferè notatum eſt corpora alba, ſphæricis partibus plurimis conſtare, nigra verò ut ſunt carbones, fiſſuris, quæ exceptos lucis radios intra ipſum corpus abſorbeant. Quis enim facilè non admittat in coloribus diverſis diverſam configurationm, qui attenderit ad ea quæ ex ſingulis corporibus per alchymiam extrahuntur. Sal enim varium variè configuratum è diverſis mixtis educitur. Sal commune in cubos configuratur, eductum ex aliquibus arboribus in aciculas; ex aliis, in exagona ſimileſque figuras abit.

Qui modus explicandi communis eſſe poteſt tam illi opinioni quæ aſſerit lumen eſſe corpus, quam communi exiſtimanti eſſe accidens, utraque enim admittit reflexionem ſimilem, licèt ex principiis diverſis oriatur.

Sunt autem ex iis qui lumen tenuiſſimam eſſe ſubſtantiam à corpore luminoſo evibratam aſſerunt; & qui conſequenter, ut omnem ſpeciem eliminent, dicant lumen in corpora colorata evibratum tingi eodem colore, & hoc exterius tantum ſecum auferendo, & abradendo aliquam ejuſdem corporis ſubtiliſſimam ſuperficiem. Eo modo quo pila luſoria in parietem nigrum impacta, ſecum aufert aliquid nigri parietis, & deportat; in oculum uſque, unde aſſerere debent diuturno tempore ita deteri corpora, ut ſuperficies colorata omnino abradatur.

Fatendum tamen eſt incredibilem luminis affluentis ad corpus coloratum, & inde remiſſi copiam, incredibilem hanc opinionem reddere: neque enim tam parum illius corporis ſingulis, ut ita dicam vicibus auferret, ut charta munda ſi in cubiculo clauſo radianti per foramen panno rubeo exponatur omnino rubea videatur. Deinde quare hujuſmodi corpuſcula in medio non viderentur. Vnde facile poſſunt revocari ea omnia, quæ ſiſtendis huiuſmodi corpuſculis obiecimus. Quæ etiam contra lumen hoc modo conſideratum ſuam vim obtinent.

Ut meliùs vis repræſentativa luminis intelligatur, eam in duas partior. Prima erit circa figuram obiecti: Secunda circa colores. Hæc ultima meliùs intelligetur poſtquam refractiones coloratas explicuerimus. Prima autem non differt, ab eo quod lumen à ſingulis partibus corporis illuminati in omnem partem ſenſibiliter remittatur. Nam lumen non eſt repræſentativum corporis, à quo reflectitur, niſi in oculo recipiatur: In quo idem accidit quod in cubiculo clauſo, cujus foramen inſtruitur lente convexa.

Poſito enim quod à ſingulis partibus corporis remittatur lumen quod in lentem convexam incidat, ad aliquam diſtantiam ita diſtribuuntur, & ordinantur ij radij, ut ſimilem figuram in appoſita charta exhibeant. Unde vis repræſentativa luminis non diſtinguitur ab eius propagatione per lineam rectam, vi cuius efficitur; ut ſimilis figuræ imago exhibeatur in oculo; unde quo ad hoc, non videtur magna difficultas. Quod ſi lumen aſſeratur ſecum aliquid coloris deferre, aut tingi; quomodocumque tandem id explicetur ſoluta erit difficultas.

Liceat & mihi ſymbolum conferre; neque tot admiſſis entitatibus, & ſpeciebus aperire tamen viam obiectis viſibilibus, ut in oculum agere poſſint. Tota difficultas oritur ex eo quod colores in obiectis exiſtentes non poſſint in oculum agere cum ab eo tanto ſæpe diſtent intervallo, quin aliquid propagetur per medium. Secundum commune effatum: Non datur actio in paſſum diſtans: Neſcio tamen an ab omnibus bene intelligatur quænam actio in diſtans à Philoſophis negetur: Iam indicavi meam mentem, repeto tamen, non omnem actionem in diſtans negari. Puto me ferè demonſtraſſe (quantum res phyſicæ ſunt demonſtrationis capaces,) ſolem immediatè lumen producere hic in terris, nec unum lumen ab alio pendere, ſaltem ſolo. Igitur iam habemus aliquam actionem in paſſum diſtans, modò propagetur aliqua actio eiuſdem agentis; per totum me-

dium. Immò forsitan posset dici lumen unum aliud producere, non quidem solum, sed simul cum agente primario. Secundò aliud genus actionis in distans admitti debet: dum igni luculento manum admoveo, an sola superficies extima me calefacit, an verò totus ignis; dici non potest quod ultima tantum superficies me calefaciat, cum nulla sit ultima determinata, omnis autem actio determinata, determinatam etiam habeat causam; ideoque angelus posset assignare causam productivam talis calefactionis. Dicendum igitur est ignem secundum aliquam profunditatem me calefacere; hoc est calorem in manu productum pendere ab aliqua parte illius ignis divisibilis secundùm profunditatem. Immò communis opinio asserit totum ignem per modum unius esse causam productivam caloris in manu; cum sublatis partibus remotioribus, tantus calor non produceretur, sed multum imminui sentiretur. Dico autem partes illas remotiores non agere per totum medium. Nullum enim simile agit in passum sibi omninò simile, sed partes illæ remotiores ignis, sunt omninò similes vicinioribus, ergo nihil in ipsis producere possunt; ergo fieri potest ut agens partiale conjunctum cum alio per medium diffuso, & continuato usque ad passum, coagat tamen cum illo, etiamsi nihil per medium producat.

Suppono item necessarium esse lumen ad productionem visionis, cum sublato lumine nihil videamus, insuperque volo lumen ad visionem etiam efficienter concurrere, quoties enim præsentia alicujus, ad productionem effectûs requiritur; de quo nõ constat, quod activitate careat, illud omne activum esse asserendum est; sed lumen activum est, ut constat ex productione caloris: ergo si requiritur ad visionem, ad eam producendam effectivè concurrit.

Denique dico nullas omnino species necessarias esse ad visionem; sed sola objecta colorata, efficientia unum totale agens cum lumine ab ipsis ad oculum propagato, posse sufficienter determinare oculum ad videndum.

Si quæ ratio obstaret quo minus objecta in oculo possent immediatè producere visionem simul cum lumine, esset distantia, sed hæc non impedit; ergo nihil impedit. Probatur minor, distantia objecti partialis non impedit quominus agere possit in passum distans, modò agens totale protendatur usque ad passum: sed objectum est tantum agens partiale, cum supponam lumen per medium ab objecto ad oculum propagatum, esse etiam partiale agens; ergo hæc distantia non impedit quo minus possit agere in oculum.

Ex hoc vides rationem quare de nocte non vides, quia nempe deest agens partiale per medium propagatum, nempe lumen: quod cum sit agens quasi universale respectu omnis visionis, continuat objecta cum oculo, & componit ex iis omnibus unum agens totale. Neque requiretur ulla luminis immutatio, sed sola terminatio quæ in eo consistit, ut ab aliquo agente reflectatur ad oculum; sitque concatenatio quædam ab objecto ad oculum.

Ad id quod dicitur idem immutatum operari idem. Respondebo idem immutatum in se, sed conjunctum cum aliis diversa operari posse secundum commune effatum, sol & homo generant hominem.

Restat mihi inquirendum quid videatur in plurimis casibus in quibus, objectum non existimatur posse terminare visionem. Sunt autem isti præcipuè. Primus est dum aliquid spectatur reflexè: quæritur ergo quid tunc præcisè terminet visionem, non objectum, quia quod non est in speculo non videtur in speculo, objectum autem non est in speculo, ergo non potest videri in speculo; ergo objectum in speculo producit suam imaginem, seu speciem quam deinde intuemur. Facilis est meo quidem judicio responsio; concedendo objectum non esse in speculo, asserendo tamen videri in eo loco in quo non est, & hoc quilibet fateri debet.

Quæro enim in visione directa an species, an vero objectum terminet visionem; non species, cujus nullam omninò cognitionem habemus: cum neque ratiocinio colligere possimus an talis species detur in rerum natura; non dubitamus autem de existentia eorum, quæ sensu percipimus. Si objectum; ergo percipimus objectum per visionem directam, cum tamen propter mutationem horopteris, sæpè in alieno loco videatur, in quo ne quidem illius species invenitur. Deinde falsum est speciem objecti in eo loco produci in quo videtur esse objectum; nam objectum apparet intra profunditatem speculi, in planis nempe tantum immersum intra speculum, quantum ab illo distat; ubi nulla species, impediente speculi opacitate producitur. Denique licèt produceretur species in speculi superficie, ea tamen confusissima esset, & minimè ordinata; ergo si ipsa prout est in speculo terminaret visionem, confusa appareret. Confusam autem voco speciem quæ ita se habet, ut in singulis loci partibus inveniantur species repræsentativæ omnium partium objecti; sed in singulis partibus speculi invenirentur species omnium partium objecti, à quibus duci potest linea recta; ergo est confusissima eadem responsio applicanda est refractioni, ex qua etiam sequitur objectum apparere extra proprium locum; item omnibus illis casibus in quibus oritur ejus multiplicatio.

Secundus casus est celebris, Quæritur quidnam videatur supra chartam expositam foramini, cubiculi undique clausi: neque enim hoc spectaculum est merum oculorum ludibrium; ibi ergo aliquid videtur: suis propriis expressum coloribus, si nempe lente convexa benè elaborata foramen instructum fuerit. Assero tamen neque in tali casu speciem videri, sed objectum reflexè nempe, si oculus sit ante chartam; refractè verò si trans chartam respiciatur.

Sed urgebis in nulla reflexione objectum videtur ex omni parte, sed ex determinato loco spectari debet.

At in nostro casu nullus assignatur locus determinatus: igitur non videtur reflexè. Major ita probatur. In omni reflexione observatur æqualitas angulorum incidentiæ, & reflexionis: sed quoties æqualiter spectatur aliquid ex omni parte, seu sub omni angulo, non observatur hæc æqualitas, cum impossibile sit ut idem angulus incidentiæ æqualis sit majoribus & minoribus angulis reflexionis: ergo dicendum est speciem in charta productam, ibi videri ex omni parte. Respondeo distinguendo reflexionem duplicem, eam quæ fit in speculis politis, & lævigatis, & aliam quæ fit in corporibus asperis, & scabris. Primam assero determinatum sibi vendicare locum in quo oculus collocetur; eam verò quæ in corporibus scabris accidit, nullum oculo assignare locum. Ut autem responsionem meam indubitato confirmem experimento

Digitized by Google

rimento,pro charta ſubſtitue ſpeculum perfectum; & objectum,non ut prius in ipſa ſpeculi ſuperficie ſpectabis, ſed intra ejus profunditatem, non ſub quocumque angulo, ſed tantùm ſub certo, & determinato, & hoc ſæpius expertus ſum. Ratio autem quare in obice aſpero, & ſcabro appareat ex omni loco,ſt hæc. Cùm quælibet pars ſenſibilis illius obicis v.g.chartæ,conſtet innumeris penè ſuperficiebus variè inclinatis, nullus eſt radius luminis ab objecto in chartam emiſſus, qui ſenſibiliter in omnem partem non remittatur,atque adeò qui non uniat ſufficienter illam objecti partē cum oculo. Obſervatur quidē in ſingulis ſuperficiebus ſeorſim ſpectatis æqualitas illa angulorum incidentiæ,& reflexionis: non tamen neceſſarium eſt, immò impoſſibile ut obſervetur illa æqualitas ſpectando totam chartam per modum unius ſuperficiei. Denique objectum non videtur intra profunditatem chartæ, ſicut intra profunditatem ſpeculi perfecti, propter exiguitatem & diverſitatem illarum ſuperficierum: ex eo enim accidit,ut cum radii omnes ad idem objectum pertinentes eandem phyſicè partem chartæ attingant, & in ea uniantur, oculus excipiat radios à tali parte objecti; phyſicè eodem modo,ac ſi verè illa in tali chartæ ſuperficie exiſteret. Hoc eſt cùm radii ab una objecti parte procedentes, remittantur in omnem partem, remittentur etiam ad diverſas partes pupillæ,ſed ſi objectum exiſteret in ipſa charta,etiam eodem modo radiaret in omnem partem,& conſequenter in diverſas partes pupillæ; ergo eodem modo propagantur illi radii,ac ſi revera objectum eſſet in charta; ergo objectum videbitur eſſe in charta. Quando verò ſubſtituitur ſpeculum loco chartæ, longè aliter ſe res habet; nec videbitur objectum eſſe in ſpeculo, nam radii ad eandem objecti partem pertinentes, licèt ſint uniti in ſuperficie ſpeculi,non remittentur propterea in oculum, ideoque debebit oculus in ea eſſe diſtantia à ſpeculo, & ſpeculum à lente,ut illæ duæ diſtantiæ ſimul ſumptæ æquales ſint illi intervallo ad quod removeri debet lens convexa à cryſtallinó, ut per eam videatur objectum inverſum, & diſtinctum, alioquin erit confuſio: ſed hoc ultimum melius explicabo in catoptricis. Notandum autem me locutum de illo caſu in quo inſtrueretur foramen lente convexa, ſi enim foramen nudum eſſet,& apponeretur ſpeculum; eodem modo videretur objectum, quo ſine foramine communiter ſpectatur per reflexionem, nullaque intercederet differentia,niſi quòd tanta objecti pars detegeretur,quanta eſſet magnitudo foraminis, & non amplius.

Reſtant tamen aliquæ difficultates,nempe quod ſi admittatur, ut reflexè in corpore ſcabro aliquod objectum videri poſſet, deberem vultum meum videre in pariete, ſed hoc eſt contra experientiam: ergo & illud Si enim radii vultus mei impingentes in parietem reflectuntur in omnem partem,remittentur etiam in oculum, nihil autem requiri videtur aliud niſi,ut radii luminis ab objecto procedentes in oculum, ut ita dícam illud conjungant cum objecto. Hanc difficultatem puto communem eſſe omni opinioni, hoc eſt ſive admittantur ſpecies,ſive non, quidquid enim de luminis reflexione dicitur, facilè de ſpeciebus aſſeri poteſt. Immo etiamſi ſpecies admitterentur viſibiles, quærerem pariter cur charta quomodocumque propoſita uti non poſſum ut ſpeculo, nec in ea ſpecies faciei meæ ſpectare,licèt eas ſpectem,dum producuntur per foramen in cubiculo clauſo. Dices extra caſum cubiculi clauſi, nimiam lucem aliunde affulgentem eas obliterare, quam reſponſionem etiam pro me aſſumo.

Ut ſolvatur tamen omninò difficultas, ſumatur præ manibus lens convexa, eaque oculo admoveatur;videbitur objectum ſitu naturali,& erecto. Removeatur ſenſim lens ab eodem oculo, videbitur quædam confuſio; immò potiùs nihil penitus ſpectabis: niſi lentem benè, & probè illuminatam. Idem eveniet ſi habeas ad manum ſpeculum concavum; quod ſi oculo propiùs admoveris vultum tuum, majorem tamen ſpectabis; quod ſi ulteriùs illud removeris ab oculo, nihil ampliùs,niſi ſpeculum apparebit.

Si autem quæram rationem, reſpondere debes in utroque caſu radios à ſingulis partibus faciei in ſpeculum emiſſos, ita reflecti ad oculum; ut ab omnibus ſpeculi partibus remittantur, & in omnibus retinæ punctis ſimul omnes inveniantur, ideoque cum ſit confuſio ſumma, nihil diſtinguitur.

Idem etiam in noſtro caſu dicendum eſt, dum vultui meo oppono chartam, aut parietem; ſingulæ quidem partes faciei emittunt radios, in ſingulas parietis; quæ radios quoſlibet ſenſibiles remittunt in omnem partem; ergo radii,verbi gratiâ, oris remittuntur ad oculum, ab omnibus, & ſingulis parietis partibus, idem dico de naſo;ergo erit ſumma confuſio, nihilque omnino videre debeo: quia ſimul in eadem retinæ parte inveniuntur radii pertinentes ad naſum, genas, & cæteras quaſcumque partes. At verò ſi eſſet interpoſitum aliquod corpus, illæque faciei partes radiarent in parietem tantùm per foramen exiguum, jam diſtribueretur uniuſcujuſque partis radiatio, unaquæque peculiarem ſibi vendicaret partem in pariete, in quam ageret: quare ſic vitatâ confuſione jam aliquid in pariete ſpectaretur. Licèt autem; quælibet pars objecti radiet in quamlibet partem ſpeculi terſi,non tamen remittitur quilibet radius, in omnem partem; ſed tantùm aliqui determinati à determinatâ parte ſpeculi, remittentur ad oculum; & alii ex alia, ideoque vitatur confuſio.

Dices, eſto ſit confuſio, ſaltem debebit videri tota facies, & ſingulæ ejus partes in ſingulis parietis partibus, præcipuè ſi ſint ejuſdem coloris. Reſpondeo ſi ab eodem pariete remitterentur radii pertinentes ad objecta ſolùm unius coloris; tunc ea omnia objecta viderentur in pariete, ut ſi radii emiſſi à rubeo,verbi gratiâ, colore in parietem, & remiſſi ab eodem pariete prævaleant aliis, (nam omnia circumobjecta radiant in ſingulas parietis partes; & eorum radii in omnem partem à ſingulis parietis partibus remittuntur) tunc inquam ſi prævaleant radii à rubeo profecti, videbitur objectum rubeum in pariete per reflexionem nempe. Si verò æqualiter ſe habeant nullum objectum apparebit in pariete.

Ex quo duo ſolvere potes, primum quidnam videatur in pavimento dum ſolis radius per vitrum verbi gratia rubeum tranſmittitur. Reſpondeo videri vitrum rubeum, item videri pavimentum: videtur autem quia radius à tali vitro profectus & remiſſus in omnem partem prævalet,omnibus aliis ab eadem pavimenti parte remiſſis. Viſio tamen illa eſt ſine diſtinctione partium; unde ferè in omni viſione præcipuè rerum à ſole directè illuminatarum ſol videtur, ita ſi tingeretur aliquo colore, omnia infici eodem colore viderentur: hoc eſt in omnibus per reflexionem ſol videretur;

Digitized by Google

deretur, confuſiſſimo genere viſionis. Non advertitur autem hujuſmodi viſio quia ſol non habet peculiarem aliquem colorem, ſed ejus lux omnibus coloribus perfectè ſe accommodat.

Secundum. Quòd etiam ex hac doctrina, quam ſolidam exiſtimo, potes rationem reddere, quare in ea cubiculi clauſi experientia, ſi affulgeat lux aliqua aliunde quàm per lentem vitream; evaneſcat omnino illud ſpectaculum, & obliteretur. Tunc enim lux illa radiat in omnes partes; ideoque in chartam illam, quæ habet rationem ſpeculi, & inde remittitur in omnem partem, & conſequenter in oculum. Quia verò debile erat lumen illud quod per foramen radiabat in chartam, & inde in oculum, cum etiam remitteretur in omnem partem, inde fit ut oculus non advertat ad illud lumen, neque ad èjus objectum; ſed alia quæ fortiora ſunt potentius illud moveant.

Mirabitur forſitan aliquis cur in recenſendis pluribus opinionibus non ſatis aperuerim meam mentem, nec ſatis indicaverim quid ſentirem cum hoc videatur lectori ambiguitatem aliquam relinquere. Jam dixi me id feciſſe ne viderer noſtram Matheſin uni opinioni addicere, quæ omnibus explicandis aptiſſima eſt; opiniones communes & ab omni ævo receptas, ut ſolidiores exiſtimo, licet aliæ ſuas etiam habeant probabilitates, & in nonnullis facilitatem aliquam paulò majorem præferant, ideoque nolui ex profeſſo aliquam omnino reprobare, quia ferè ex ſingulis, ſaltem explicationis cauſa, aliquando mihi erit nonnihil mutuandum, nec diſſimulabo quid cuique melius quadret.

DIGRESSIO VII.

Phyſica.

Quam probabilitatem habeat ea ſententia quæ viſionem per extra-miſſionem fieri aſſerit.

Quamvis modò ferè omnes Philoſophi & Mathematici, in eo conveniant, ut aſſerant potiùs objecta in ſenſum agere, quàm ſenſum in objecta, longè tamen alia fuit mens celebrium alioquin authorum, qui ſine aliqua ſaltem veri ſimilitudine id nunquam in medium protuliſſent. Debemus ergo hic proferre quibus rationibus permoti id aſſeruerint.

Prima ratio deducta fuit ex figura oculi quæ cava non eſt, nec ad receptionem idonea, ſicut aliorum ſenſuum, qui in poris exercentur; aut in cavitatibus. Hæc tamen ratio nullius eſt momenti, cum ſupra oſtenderimus non potuiſſe meliùs efformari oculum ad excipiendas, & uniendas actiones agentium præcipuè lucidorum; ita ut ex ſola oculi fabrica contrarium potiùs concluderem.

Volebant autem id quod à nobis emittitur eſſe lucem, non explicabant tamen quomodo lux illa conferret ad viſionem, vel quomodo per eam videremus. Neque enim ut puto exiſtimabant illam lucem vivere, aut habere facultatem ſentiendi; eo modo, quo ad palpandum aliquid, extendimus brachium & manum, manus enim ſentit, & vivit. Debent igitur explicare, ut ſupra explicuimus, exemplo nempe cœci qui baculo prætentat iter, ita ut ſentiamus quaſi aliquam reſiſtentiam quam objecta faciunt illi luci, diverſam pro varietate objectorum. Unde putabant ſe melius rationem reddere quomodo diſtantias objectorum perciperemus; ex quantitate ſcilicet illius luminis quod emitti debet ut objecta cognoſceremus, quod quidem meo judicio difficultate non caret; neque enim ſentimus talem à nobis lucem emitti, atque adeo neque quàtum emittatur cognoſcemus. Satis benè intelligo quomodo cœcus noſter qui præcognitam habet ſui baculi longitudinem, prætentando objecta, poſſit in diſtantiæ cognitionem aliquam venire, ſi tamen longitudo baculi omnino illi incognita fuiſſet, nec poſſet ex ſuſtentatione, gravitate, & aliis circumſtantiis de illa judicare; quomodo inquam diſtantia illi nota fieret, unde puto ex eo capite nullum majus emolumentum percipi poſſe; quam ex opinione communi. Putavi ergo quod cum objectum videamus in ſuo loco, ita ut viſio etiam aliquo modo eum repræſentet, ideo imaginatio noſtra videtur ferri ad aliquid exterius & cõſequenter viſus: & hæc fuit hujus opinionis occaſio.

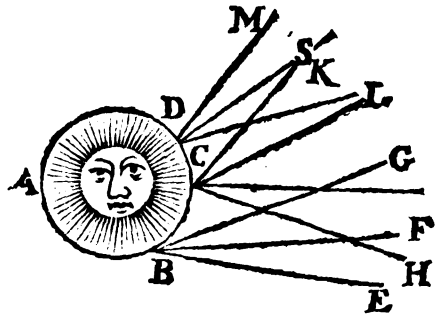
Ratio tamen præcipua quam attulerunt eſt hæc: nempe quod ſint animalia quæ de nocte videant, quorum oculi luminis aliquid emittant; ergo illa animalia vident per extramiſſionem, ergo fieri poteſt viſio hoc modo, neque enim ea animalia aliquid patiuntur, aut recipiunt ab objectis; ſed potiùs objecta ab ipſis. Nam lumen per reflexionem denuo recipere non poſſunt, quia lucidum à corporibus non lucidis quæ illuminat, lumen non recipit, alioquin citò daretur progreſſus in infinitum, dum mutuò ſuũ lumen augerent, igitur nobis explicandum reſtat cui ſit uſui tale lumen quod emittunt. Dico ergo illud lumen non emitti à retina, ſed ab aliis oculi partibus, præſertim exterioribus, & hoc lumen ubi in corpora incidit, reflecti ad oculum, & conſequenter oculum aliquid pati & recipere ab objectis; ita ut ſemper eo modo depingatur objectorum imago in eorum oculis; quo exprimitur in cæterorum animalium retina. Parum autem intereſt, quòd ab ipſis originaliter procedat illud lumen, vel à ſole, aut ab alio lucido extrinſeco, modò eadem fiat impreſſio in retina, quare concludo eam opinionem nihil ſolidi in ſe continere.

SVPPOSITIONES.

SUPPOSITIO I.

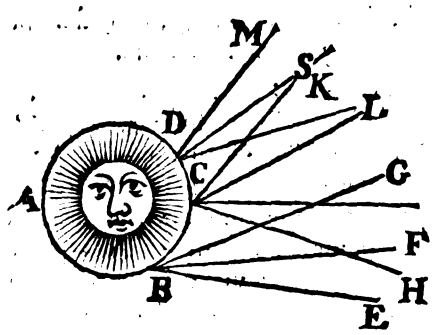
OMne lucidi punctum in omnem partem rectis lineis agit. Explicatur hæc ſuppoſitio. Sunt nonnulli qui non ſatis benè concipiunt naturam lucidi, fingunt enim à ſolo lucidi centro radios undique diffundi per lineas rectas; aſſero autem non ſolas centrales partes hanc habere vim, ſed alias quaſcumque, ita ut à quolibet ſaltem ſuperficiei lucidæ puncto aliquid luminis, in quolibet ſpatii puncto propagetur, modò linea recta utrumque poſſit connectere.

Sit enim ſol A, in cujus ſuperficie ſumantur tria



puncta B, C, D; dico punctum B agere in omnem partem, ut per radios BE, BF, BG; item punctum C per

per radios CH, CL, CK & punctum D per radios DL, DK, DM & alios quoscumque modo per lineam rectam produci possint. Ratio est quia quæcumque pars lucidi, participat naturam lucidi; ergo tam benè agere potest in omnem partem



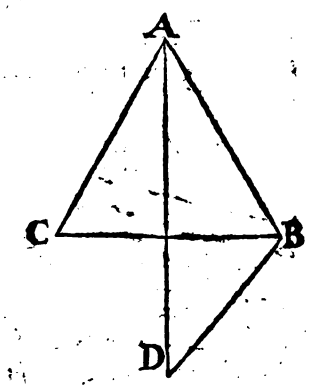
quam lucidum ipsum. Secundò experientia constat quamlibet partem lucidi ex quocumque spatii puncto videri, sed nisi ageret in omnem partem videri non posset, ergo agit in omnem partem. Ut si punctum C ageret tantum per lineam CL perpendicularem, esseteque oculus in loco H, illud videre non posset. Addo ulterius quod radius qui propagatur, per lineam rectam producatur. Si enim interponatur inter oculum H & punctum C corpus opacum, non amplius videbitur punctum C. Ex quo sequitur id omne spatium collustrari lumine ad quod ex quocumque puncto corporis luminosi duci potest linea recta. Sequitur item in quolibet puncto spatii inveniri lumen, productum à singulis partibus corporis luminosi ad quas duci potest linea recta.

SUPPOSITIO II.

Plures partes corporis luminosi fortius agunt in eandem partem spatii, quam pauciores; seu quod idem est, plures partes lucidi cæteris paribus intensius lumen producunt in eadem spatij parte. Ut verbi gratia puncta lucida C, & D radient in punctum spatii K; dico intensiùs lumen producendum in spatio K, quam si solum punctum D ageret; quod experientiâ manifestum est. Dum enim, sol Eclypsin patitur, remissius producit lumen, quàm dum totus apparet. Deinde duæ partes ejusdem lucidi se habent, sicut duo lucida; sed duo lucida plus producunt luminis in eadem parte spatii, quàm unicum tantum.

SUPPOSITIO III.

Quod à pluribus etiam ejusdem puncti luminosi radiis illuminatur, intensiùs collustrabitur, cæteris tamen paribus. Sensus istius suppositionis est, quod quò plures ejusdem lucidi radii, in corpus aliquod incident eo intensius erit lumen



in eo productum. Hoc axioma experientia patet, si enim per reflexionem aut refractionem plures colligantur in aliquo spatio lucernæ alicujus radii, eò intensius erit lumen. Ut si sit punctum lucidum A, corpus illuminatum BC, in quod lucidum A, certos & determinatos emittat radios; sit autem aliud corpus BD æquale ipsi BC, quod pauciores excipiat radios quam BC; dico majus esse lumen in BC, quam in BD. Ex quo sequitur, quò idem corpus illuminabitur per majorem angulum; eò majus in ipso lumen producendum.

SUPPOSITIO IV.

Quò intensius est lumen in lucido, eò longius diffunditur. Experientiâ constat, ea lucida quæ languidius, & remissius lumen habent, illud non propagare ad tantam distantiam; propter quam rationem quæ luce tantum aliena lucent, quia jam valdè remissum lumen reflectunt, non ad tantam distantiam suum lumen propagant.

SUPPOSITIO V.

Lumini conjunctum esse calorem. Non expendo hic an aliquid sit in mundo quod propria luce fulgeat quod calidum non sit: & primò quidem in cœlo certũ est solem solum propria luce splendescere, qui verè etiam calorem producit; dixi, producit calorem, nam an formaliter calidus sit, est quæstio merè philosophica, de qua nihil nisi divinando statuere possumus. Cæteri planetæ luce tantum mutuata splendent, de stellis cum exiguum habeant lumen vix discernere possumus, an etiam aliquid caloris producant. Volunt aliqui omnia calida per se lucida esse, ita calida exhalatio si paulisper ex circumstante frigido coarctetur, & constipetur, lucet & in flammas abit. Eadem exhalatio cum marinis aquis mixta, de nocte splendet, præcipuè si agitatione navigii & remorum in spumas abeat. Spiritus animales condensati splendent; ita felium oculi, flammas & lucem evibrant, spiritus item eorumdem animalium si adverso pilo confricentur, excitantur, & splendent. Ita volunt aliqui eos spiritus videri dum quis alapa percutit oculum. Idem dicendum est de vermibus, ostreis aliquibus quorum viscosus humor multo fulgore lucet.

Certum desumi potest experimentum in sole cujus radii in unum collecti ope lentis convexæ, tam potentem producunt calorem ut ignem accendant. Pariter si radios è quatuor speculis remissos colligas, jam intolerabilis calor producetur: sive id oriatur ex ipso lumine, sive ab agente primario, hoc divinare non possumus.

Quod verò aliquando calor videatur oriri à rebus non calidis, ut calor calcis, aut piperis, ab aqua, hoc nihil facit contra suppositionem nostram, præterquam quod hujusmodi calor ab ipsa aqua non procedit, sed potius ab ipsa calce, cujus partes igneæ per hujusmodi dissolutionem viam nactæ liberam, uniuntur, & unitæ nativum calorem exerunt.

SUPPOSITIO VI.

Umbra est carentia luminis, ob interjectum corpus opacum, inter lucidum, & spatium umbrosum.

Hæc definitio per se patet, cum enim lucidum de se sit aptum ad perfundendum totum spatium lumine suo, ideoque nisi impediatur interpositione corporis opaci, illud producet ubique; hoc est intra sphæram activitatis suæ: igitur hæc lu-

minis carentia orta ex corporis opaci interpositione vocetur umbra.

SUPPOSITIO VII.

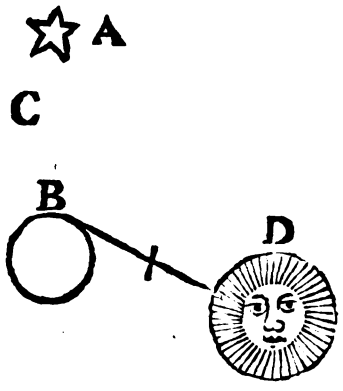
Umbra in directum jacet, cum radio à luminoso ad corpus opacum ducto, quod probari non potest nisi experimentis, & ratione ducta ex natura lucis, cum enim radius luminis per rectam lineam propagetur, producetur lumen in toto illo spatio à quo ad lucidum poterit duci recta linea, non impedita ullo obice opaco; sed ad omne spatium duci potest linea recta, à luminoso, excepto illo quod in directum jacet cum radio à lucido ad corpus opacum ducto; ergo excepto illo spatio in aliis omnibus propagabitur lumen, ergo illud solum umbrosum erit. Quod si quæras rationem ulteriorem quare lux immò cætera agentia per lineas rectas agant, communis affertur ratio quia hæc brevissima est, & compendiosissima. Secundò quia hæc sola determinata est, aliæ nempe curvæ infinitæ sunt.

SUPPONO VIII.

Omnia lumina se juvare, Experientiâ enim est compertum luminare additum luminari, majus lumen producere, ideoque benè dici posse ejusdem speciei.

SUPPONO IX.

Lumen lumini non obsistere, hoc est non impedire quo minus producatur, & de facto videmus lumen solis non impedire propagationem luminis stellarum, sit enim stella A hæc de nocte



videbitur ab oculo posito in B, licèt lumen solis perfectius sit in toto ferè spatio A B: si autem lumen stellæ A non produceretur in C, eò quòd lumen solis D impediret; neque produci posset lumen stellæ A in oculis nostris in puncto scilicèt B existentibus, atque adeò non videretur stella A contra experientiam. Impedit quidem nimius solis fulgor prope oculum existens ne lumen stellæ animadvertatur, non tamen eius productionem impediet.

SUPPOSITIO X.

Duo lumina per idem foramen penetrant. Hoc jam supra explicui.

SUPPOSITIO XI.

Plura simul lumina eandem partem medii intensius illuminant; quam unum solum. Hoc melius ostendi non potest quam experientia.

SUPPOSITIO XII.

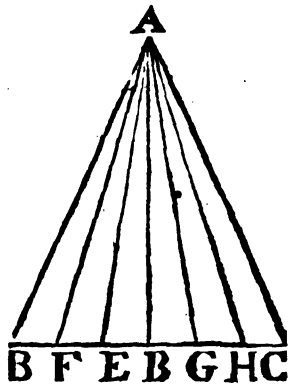
Majus luminosum majorem habet sphæram activitatis. Ex quo sequitur quod si duo lumina simul conjungantur; majorem sint habitura sphæram activitatis.

PROPOSITIO I.

Theorema.

Perpendiculares radii intensius, quàm inclinati planum illuminant.

Sit lucidum A, subjectum planum BC, illuminans radio quidem perpendiculari AB, alii ve-

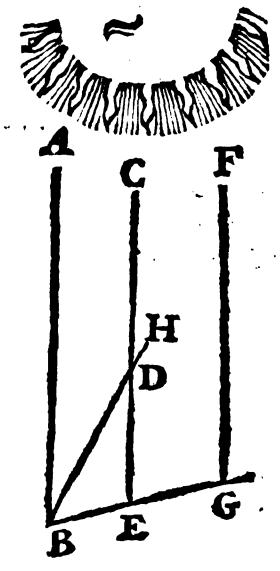


rò AE, AF, AB, AG, &c. sint obliqui: dico punctum B fortius illuminari quam punctum E, & illud melius quam punctum F, & ita deinceps: quod ut explicem non sunt sumendi radii omnino indivisibiles, sed divisibiles. Sumantur ergo in linea BC, partes æquales BE, EF, FB, item BG, GH, HC; Jam probavimus sæpè angulum BAE, majorem esse angulo EAF, & hunc majorem angulo BAF; sed sub majori angulo plures radii propagantur, & quod per plures radios illuminatur, fortiùs illuminatur: ergo pars EB, æqualis ipsi EF, intensius illuminatur quam pars EF, quod intelligendum cæteris paribus.

PROPOSITIO II.

Theorema.

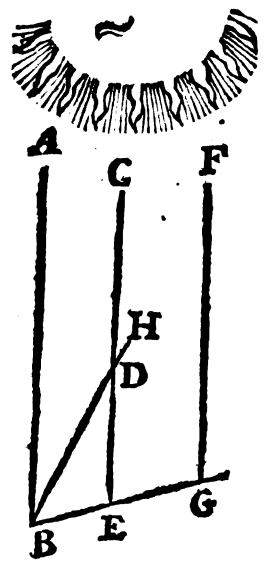
Sole minùs elevato, terra minùs illuminatur.



Suppono radios solares ab eodem solis puncto prodeuntes ad diversas terræ partes propagatos esse physicè, & ad sensum parallelos propter immensam distantiam solis. Sint igitur tres hujusmodi radii AB, CE, FG, supponanturque cum tractu aliquo terræ B D, (quem hic ut planum considero)

Digitized by Google

considero) comprehendere angulum 20 graduum, æqualis est elevatio meridiana in solstitio hyemali. Sint igitur anguli ABD, CDH 20 graduum,



item supponantur idem tractus terræ aliter disposítus, cum radiis solaribus, ita ut sit ille tractus terræ BG, æqualis ipsi BD, sintque anguli ABG, CEG, 68 ferè graduum, qualis est hic altitudo meridiana in æstivo solstitio, quia angulus CEG est acutus; angulus BED erit obtusus, & major angulo BDE, seu ABD. Nam in parallelis AB, CE, anguli ABD, BDE, alterni sunt æquales, quare (*per* 18.1.) linea BD, major erit quam BE, ergo ut BG, æqualis sit lineæ BD, punctum G, debet esse ultra punctum E. Igitur BG, pluribus radiis illuminatur, quàm BD, nempe iis omnibus qui cadunt inter lineas C E, F G: quod dixi de uno puncto solis, de aliis omnibus intelligendum est: igitur (*per* 3. *Suppositionem*) pars terræ in qua sol magis elevabitur, magis etiam illuminabitur, & quia lucem sequitur major calor, magis etiam calefiet.

COROLLARIUM.

Sequitur ex eo, non necessarium esse ad explicandum, quare sol magis calefaciat terram nostram æstate quam hyeme, recurrere ad radios reflexos, qui videntur magis esse perpendiculares eo tempore; immò assero hoc parum admodum conferre ad calorem; quia terra non est tersa ad modum speculi. Igitur radios remittit in omnem partem, ideoque non plus remittit radios perpendiculares quam alios. Adde quod si radii reflexi à terra augerent calorem in aëre, tot haberemus radios hyeme, quot æstate: quia esto radii à solo quod incolimus obliquè reflectantur, haberemus tamen radios à regionibus magis australibus remissos, ideoque aut esset æqualis calor, aut saltem non multum minor.

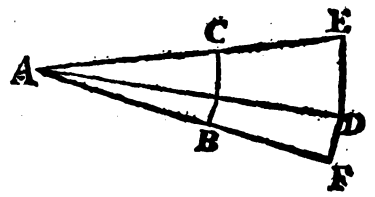
Addo tamen majorem calorem produci æstate quam hyeme propter diuturniorem moram solis supra horizontem, & quia radii sunt magis perpendiculares.

PROPOSITIO III.

Passum magis distans à lucido minus illuminatur.

Sit corporis lucidi quodlibet punctum A sintque duo corpora BC, DE, simili modo illi oppo-

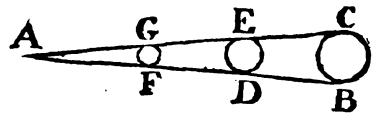
sita; dico corpus BC melius, & intensius illuminandum esse. Producantur enim radii AB, AC, donec incurrant in corpus D E productum.



Demonstratio. In triangulo AFE, quia BC, est ipsi FE, parallela, (*per* 4. 6.) erit ut AB ad AF, ita BC ad FE, sed AB est minor quam AF, cum sit illius pars; ergo BC erit minor quam FE. Sit illi æqualis DE, ducaturque linea A D, corpus DE, æquale ipsi BC, pauciores excipit radios à puncto A, quam BC; ergo (*per* 3. *Suppositum*) DE minùs illuminabitur quam BC, quod erat demonstrandum.

Hæc propositio est fundamentalis, videturque reddere rationem, quare decrescat sphæra activitatis, quæ secundum varias de lumine opiniones variè explicari potest, communis Philosophorum effatum est, sphæram activitatis decrescere semper: quia nullum agens est infinitæ virtutis, ideoque sensim langueſcere debet eius actio, ut quantum magis distat à fonte suo, & principio, magis etiam minuatur, nihil tamen addit ulteriùs.

Ex quo principio ita nudè spectato vix quidquam certi determinati potest circa proportionem, quâ decrescit lumen in varia distantia à lucido. Qui lumen tanquam corpus considerant, forsitan aliquid dicent, quod concipi poterit, & ad aliquam inveniendæ veritatis in omni opinione rationem traduci: dicunt ergo lumen intensius illud esse, cujus partes entitative æquales, vel minus occupant spatium, vel saltem minores, & pauciores interse admittunt partes corporis alieni, uno verbo illud lumen intensius esse, quod densius est, illud remissius quod rarius. Si explices tenuitatem, & densitatem in sensu stricto pro ut communiter à Philosophis intelligitur; cogitandus erit radius quilibet non tanquam linea simplex, sed per modum coni solidi qualis est figura ABC, ita tamen ut si intelligantur varii circu-



li, tot partes sint luminis in circulo remotiori BC, quot in minus remoto DE, aut FG, sed in BC, majus spatium occupent, quam in DE, aut FG. Ratio autem illorum est quia cum lumen protendatur per motum localem, ut volunt, totum lumen quod fuerat in DE, est in BC successivè nempè, ea solum mutatione facta quod in DE, minus spatium occupat, in BC majus.

Qui autem adhuc in illa opinione rarefactionis, & condensationis propriæ dictæ difficultates timent, asserunt radium quidem considerari posse tanquam lineam tectam, vix tamen, ut unicus tantum radius sit ab oculo perceptibilis: ille igitur radius intensior erit cujus partes minus inter se distabunt, ille remissior cujus partes magis inter se distabunt. Nam quotiescumque partes ex quibus constat radius totalis, magis inter se distabunt, plures etiam inter illas admittentur par-

Digitized by Google

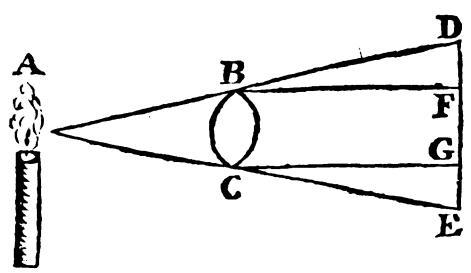
tes corporis heterogenei, minoremque propterea vim habebunt, habes exemplum in imaginibus punctuatim depictis. Ponamus depingi hoc modo veſtem rubeam, ut ſit color magis ſaturatus, debent eſſe puncta frequentiora, ut vero fiat color dilutior fient rariora; & ſecundum hanc expoſitionem benè ſtat tota noſtra propoſitio, & facilè inveniemus proportionem, quâ decreſcet Sphæra activitatis.

Qui verò lumen exiſtimant eſſe motum ſolummodo medii, dicunt conſequenter; quoties idem motus minori corpori communicatur, eo minorem eſſe motum, ſeu minus velocem. Finge tibi impetus æquales ſphæris inæqualibus communicari; Sphæra minor, & velociùs, & longius feretur, ita etiam dicunt cum lucidum per motum ſuum movet immediatam ſibi, & contiguam aëris ſuperficiem illique communicat ſuum motum, illa ſequenti, hæc tertiæ, & ita deinceps; quia autem prima aëris ſuperficies major eſt ultima ſolis, & ſecunda, major primâ; & ita deinceps, quò major erit hæc ſuperficies, eò minus velox erit illius motus atque adeò hoc modo decreſcet ſphæra activitatis. Quæ dicta ſint explicationis causâ.

Ne tamen ab opinione communi diſcedamus, in ea ſimile quid excogitari poterit. Supponamus punctum lucidum, (quod enim de uno puncto dixero de ſingulis etiam dicendum eſt,) ſeu minimum naturale lucidi ambiatur aliquot aliis punctis verbi gratia decem, poſſitque in ſingulis 100 gradus luminis producere, id eſt mille in ſequenti ſpatio nempe in ſecunda ſuperficie ambiente hujuſmodi puncta, totidem etiam gradus producere poterit, & non plures, hoc eſt mille, qui quia diſtribui poſſunt majori ſuperficiei; accidet, ut ſingulæ partes, pauciores accipiant; & quo major erit illa ſuperficies, eo minor erit numerus graduum in unaquaque eius parte productorum.

Tota difficultas eſt ut probemus tot gradus produci in ſecunda ſuperficie, quot in prima, nec plures nec pauciores; video quidem id valde conveniens eſſe, vix tamen invenio argumentum quo id probem. Tentemus tamen, niſi aſſignaretur hæc agentis determinatio vix poſſet aſſignari ratio, quare decreſcat ſphæra activitatis; non enim major requiritur virtus ad producendum aliquem effectum in magna diſtantia, quàm in parva, neque enim producitur præcisè major effectus: ergo niſi aſſignetur hæc ratio nulla afferri poterit.

Deinde ſi accidat, ut in majori diſtantia illud lumen quod in magno ſpatio, in minori producatur pro ratione ſpatii coarctati majuserit lumen; ergo ideo lumen decreſcebat quia ſpatium



ampliatum fuerat. Sit enim fax accenſa A, lens convexa BC; ſi radii nullo modo fuiſſent refracti, rectà producti fuiſſent in D & E, ſpatiumque illuminatum fuiſſet D E. Apponatur lens convexa BC, quæ ita radios refringat, ut ſpatium FG, ſit dimidia pars ſpatii DE; quantum oculus judicare poterit, lumen in FG, duplò intenſius erit, quam eſſet dum occupabat totum ſpatium D E, niſi quantum opacitas quæ ineſt lenti vitteæ BC., aliquid detrahit de illo lumine; ergo decreſcit lumen pro ratione ſpatii ampliati. Idem experimentum ſumi poteſt in ſpeculo concavo.

Ex hoc facilè evincitur, dari aliquod decrementum lucis, eò quòd ſpatium illuminandum, ſemper augeatur: quandoquidem impediendo ne augeatur, impeditur etiam ne tantum decreſcat lumen, etiam ſi diſtantia ab agente lucido ſit eadem.

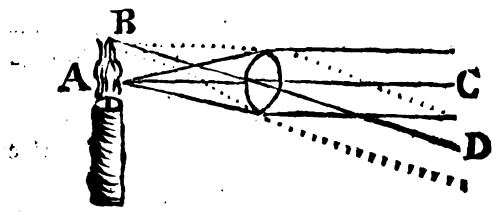
Dicam tamen quod ex eo ratiocinio ſequitur, nempe ſi radii remittantur paralleli, quòd nullo modo decreſcet lumen, ut ſi radii luminis à puncto A in ſphæram BC impingentes, remittantur paralleli; ita ut BF, CG ſint æquidiſtantes; ſphæra activitatis in infinitum protendetur. Probatur conſequentia. Sphæra activitatis in infinitum propagabitur, ſi lumen nunquam decreſcat, ſed poſito ſuperiori ratiocinio, lumen non decreſcet quoad intenſionem, decreſcit enim luminis propagatio præcisè in quantum creſcit ſpatium illuminandum, ſed ſi emittantur radii paralleli, ſpatium inter hujuſmodi radios contentum erit ſemper æquale; ergo non decreſcet luminis intenſio; examinandum igitur reſtat an hoc experientiæ reſpondeat.

Certum eſt autem quoties emittuntur hoc modo paralleli radii, vel excepti lente vitrea convexa; vel ſpeculo concavo, non ſervari eandem rationem decrementi, quæ obſervatur communiter in aëre libero, ita ut ego adhibita candelula in puncto foci, ſpeculi metallici non adeo exquiſiti, legerim ad diſtantiam centum paſſuum. Neque tunc obſervare potui paralleliſmum radiorum; ſpatium enim illuminatum vigecuplò majus erat ſpeculo; ideoque concludo quod ſi coarctatum fuiſſet ſpatium illud ad ſolam magnitudinem ſpeculi, vigecuplò intenſius lumen habuiſſem; ideoque vix puto majus fuiſſe prope ſpeculum. Sunt tamen nonnulla, quæ impediunt juſtum hujuſmodi paralleliſmum; ideoque concedi poteſt facilè, quod ſi obſervaretur perfectus ille paralleliſmus uſque ad firmamentum, produceretur hujuſmodi luminis propagatio, neque ulla contrarium evincet experientia; cum ſit impoſſibile radios perfectè parallelos remittere. Primò quia deberet ſpeculum perfectam habere figuram parabolicam, ita ut nævus quilibet, & error ſenſum fugiens in radiis reflexis, & ulterius protenſis maximus evaderet, adde quòd neque ad ſenſum hæc figura optimè elaborari poteſt, ſed ſemper dum elaboratur in ſphæricam degenerat; idem dico de figura lentis convexæ; quæ ad præſtandum eum effectum in hyperbolen efformari deberet. Hactenus autem elaboratæ hyperboles, tam longè ab ea figura abfuerunt, ut fateantur quicumque in hoc labore tantiſper operæ poſuerunt, ſatius longè eſſe ſphærica elaborare ſpecula, quam parabolica, ſphæricas lentes quàm hyperbolicas.

Sed adhuc etiam datis ultrò hujuſmodi figuris; nego tamen radios à luminoſo alicujus magnitudinis, fore unquam parallelos, benè quidem ſi daretur unicum tantum punctum lucidum. Fateor quidem quod ab hyperbola perfecta, emitterentur radii omnes paralleli. At verò nullum habemus lucidum quod indiviſibile ſit, oſtendemus in catoptrica quocumque dato ſpeculo parabili, vix poſſe accendi ignem, ex collecto lumine ſolari ad centum paſſus. Unde commenta ſunt quæ in hac

Digitized by Google

hac materia de Archimede feruntur. Mirabar dum initio verſabam lentes convexas ab induſtriis artificibus elaboratas, radios ſolares non exquiſitè uniri, ſi focum haberent diſtantem 6 pedibus, & ſuſpicabar defectum in lente, qui tamen nullus erat. Unde errorem meum detexi, radii ſolares phyſicè inter ſe paralleli, hoc eſt qui ab eodem ſolis puncto procedunt, tranſmittuntur paralleli; qui verò ad diverſas partes ſolis pertinent in diverſis uniuntur punctis, & imaginem ſolis exprimunt, majorem in majori foci diſtantia. Ita etiam dicendum eſt, ſi fax accenſa in puncto foci, non tantum occupet punctum indiviſibile; ſed ſatis magnum radii non erunt paralleli, ut ſi punctum



A, ſit præcisè in puncto foci, radii ab ipſo procedentes paralleli erunt radio A C, qui verò procedent ex puncto B, erunt paralleli radio BD; unde vides ſemper ampliandum ſpatium illuminationis, & experientia huic modo explicandi nocere omnino non poteſt.

COROLLARIUM.

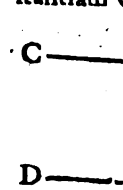
Certum igitur eſt ex ſpatio ampliato, decreſcere ſphæram activitatis; an verò præterea adhuc magis decreſcat, non liquet. Perſequemur ergo illud decrementum de quo certi ſumus, aliud relinquemus.

PROPOSITIO IV.

Theorema.

Lumen decreſcit in proportione duplicata diſtantiarum à luminoſo reciprocè.

Sint duo lumina A & B, producta à luminoſo C, ſintque diſtantiæ CA, CB, fiat ut CA ad CB, ita CB ad DE, (*per* 11. 6) & quia iſtæ lineæ CA, CB, DE ſunt proportionales, erit ratio DE ad CA duplicata rationis, quæ eſt diſtantiæ C B ad diſtantiam C A, (*per* 11. *def.* 5.) dico ergo lumen



productum in ſpatio A, ita ſe habere ad lumen productum in ſpatio B, ut linea DE, ſe habet ad lineam CA, & hoc voco reciprocè. Quia incipio à magna diſtantia, & finio proportionem in lumine producto in magna illa diſtantia.

Demonſtratio. Tantùm decreſcit lumen intenſivè in majori diſtantia, ſupra lumen in minori diſtantia quantum creſcit ſpatium majoris diſtantiæ, ſupra ſpatium minoris diſtantiæ, (*per cor.* 3.) hoc eſt. Ut creſcit ſuperficies ſpheræ cujus centrum C, & ſemidiameter CB, ſupra ſuperficiem ſphæræ cujus idem centrum C, & ſemidiameter C A; ſed (*per* 21. *dimenſionis ſphæræ*) ſuperficies ſphærarum ſunt quadruplæ maximi ſphæræ circuli, & conſequenter ſunt in eadem ratione (*per* 15. 5.) circuli autem (*per cor.* 1. 2. 12.) ſunt in duplicata ratione ſuarum ſemidiametrorum; ergo etiam ſuperficies ſphærarum ſunt in duplicata ratione ſuarum ſemidiametrorum, ſeu in hoc caſu diſtantiarum: ergo lumen A ad lumen B; eſt in duplicata ratione diſtantiæ C B ad diſtantiam CA, quod erat demonſtrandum.

Notandum autem me hîc locutum fuiſſe de puncto tamen lucido, hoc eſt de lumine quod propagatur ab uno tantum puncto.

PROPOSITIO V.

Theorema.

Si duo lucida, aut duo lucidi ejuſdem puncta, æqualiter diſtent à duobus ſpatiis, lumina in illis producta ſe habebunt in duplicata ratione diſtantiarum reciprocè.

Sint duo lucida A & B, vel duo ejuſdem lucidi puncta, æqualiter diſſita à punctis C & D; hoc eſt ſint AC, BC æquales; ſicut A D, BD; dico rationem luminis in puncto D producti ad lumen in puncto C, eſſe duplicatam rationis diſtantiæ DA ad diſtantiam CA hoc eſt ſi diſtantia DA, ſit dupla diſtantiæ C A, lumen in C productum quadruplò intenſius erit, lumine in D producto.

Demonſtratio. Lumen in C, productum à puncto A, (*per præcedentem*) ad lumen ab eodem puncto A productum in D, eſt in duplicata ratione lineæ AD ad AC, ſeu DB ad CB, cum ſupponantur æquales: ſed pariter lumen productum in C, à puncto B ad lumen productum in D, ab eodem puncto B eſt in duplicata ratione lineæ D B ad CB, igitur (*per* 12. 5.) erit lumen productum in C, ab utroque agente A & B ad lumen productum in D, ab iiſdem lucidis A & B, in duplicata ratione diſtantiarum reciprocè. Quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM.

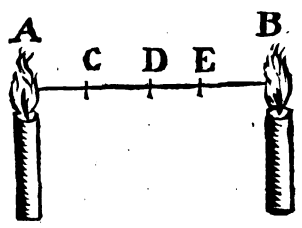
Sequitur ex eo quod quoties lucidorum diſtantiæ inter ſe, aut magnitudo lucidi alicujus totalis, non habet notabilem rationem ad diſtantias paſſorum; ſe habent pariter lumina producta in duplicata ratione diſtantiarum reciprocè, ut quia æqualiter ferè diſtamus ab omnibus ſolis partibus, benè poſſumus aſſerere lumen in cœlo lunæ à ſole productum ad lumen in terris ab eodem ſole productum, ſe habere in duplicata ratione illius quam habet diſtantia terræ à ſole ad diſtantiam lunæ ab eodem ſole.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

Si duo ſpatia à duobus lucidis æqualibus æqualiter diſtent reciprocè, æqualiter illuminantur.

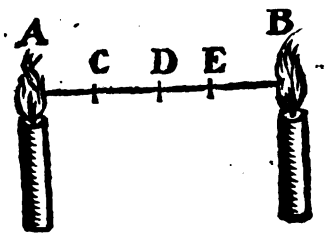
Sint duo lumina A & B, æqualia in virtute



& magnitudine ſintque ſpatia C & D, æqualiter

Digitized by Google

distantia à lucidis reciprocè, hoc est tum punctum D, removeatur à lucido B, quantum C removetur à lucido A, & addito communi CE, tanta erit distantia puncti E à lucido A, quanta puncti C à lucido B, dico in C & E, æquale fore lumen.



Demonstratio. Cum punctum C, tam distet à lucido A, quantum punctum E distat à lucido B, & æquè potentia supponantur lucida, tantum lumen accipiet punctum C à lucido A, quantum accipit punctum E à lucido B, pariter cum punctum E æquè distet à lucido A, quantùm C à lucido B, tantum lumen accipiet E à lucido A, quantum C à lucido B; ergo componendo tantum lumen accipiet punctum C à lucidis A & B, quantum E, ab iisdem lucidis. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO VII.

Theorema.

Punctum spatii minus distans à lucido sibi propiori quam aliud ab alio lucido æquali, magis illuminatur.

Sit punctum E minus distans à lucido B, sibi propiori, quàm punctum C à lucido A, sintque lucida A & B æqualia. Dico plus luminis esse in puncto E, quàm in puncto C. Sit punctum D, æquè distans à lucido B, ac punctum C à lucido A.

Demonstratio. (*Per præcedentem*) æquale est lumen in C & D; sed majus est lumen in E, quam in D; quod ita ostendo; lumen in E productum à lucido B ad lumen ab eodem productum in puncto D, est in duplicata ratione lineæ DB ad lineam BE; linea autem DE, est major pars lineæ B E minoris, quam lineæ A D majoris, ideoque linea AE, quæ continet lineam AD, & insuper lineam DE, minorem habebit rationem ad lineam AD, quam linea BD ad lineam EB, ideoque ratio duplicata rationis DB ad B E, major erit rationis duplicatæ lineæ AE ad A D. Sed rationes duplicatæ (*per præcedentem*) sunt rationes luminum productorum: ergo major erit ratio luminis in E, producti à lucido B ad lumen productum in D ab eodem lucido, quam luminis in D producti à lucido A ad lumen in E, producti ab eodem lucido A. Ad determinandam imaginationem lumen productum ab agente B, scribatur litteris E, D, & productum ab agente A, litteris d, e, major igitur est ratio luminis E ad D, quam luminis d ad lumen e, ponatur lumine E, lumen F, paulò minus, ita ut sit ut F ad D, ita d ad e, erunt (*per* 25. 5.) F maxima quantitas, & e minima, majores, quam D, & d, sed E, majus erat quam F, igitur multò magis E, & e, seu totum lumen à duobus lucidis productum in E majus, luminibus D & d, seu lumine producto in D, à duobus iisdem agentibus. Quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM I.

Sequitur ex eo quod quoties duo agentia æqualia hoc modo disponuntur, minimum sit lumen in medio præcisè, & crescat lumen quando magis acceditur ad utrumque lucidum.

COROLLARIUM II.

Sequitur secundò quòd si daretur luminosum concavum in orbem, & sphæram compositum, æqualis ubique virtutis, quod (*inquam*) esset minus luminis in centro quam in quocumque alio spatio, incluso intra sphæricum illud luminosum.

Ex quò concludes obiter quam malè ratiocinentur aliqui Philosophi, qui ideò asserunt gravia centrum universi petere, quia (inquiunt) corpora graviora magis indigent influxibus cœlestibus; plures autem sunt influxus cœlestes in centro: cum tamen hoc falsissimum sit, si enim supponatur totum cœlum agere, per influxus aliquos, hujusmodi influxus sunt futuri remissiores in centro, quàm in quocumque alio loco.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

Si inæqualia sint luminaria minimum lumen infirmiori propinquius erit.

Vide figuram præcedentem.

Sint duo luminaria; A majoris virtutis, B minoris sitque communis sphæra activitatis inter utrumque linea AB; sitque A, luminare duplum virtute luminari B, dico si dividatur linea A B, secundum eam rationem A ad B, hoc est ita ut linea A C, sit dupla lineæ B C, quod in puncto C, sit futurum minimum lumen, ita ut in quolibet alio puncto lineæ A B, sit futurum majus lumen, & primo quidem sit punctum D.

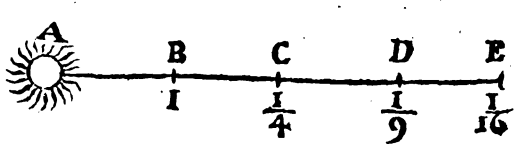
Demonstratio. Ut id clarius fiat supponatur linea AD, habere certam rationem ad AC, ita ut AC, sit verbi gratia tripla ipsius AD, quare lumen in D, productum à luminari A, erit in duplicata ratione lineæ A C ad AD, quæ cum sit tripla, erit lumen in D, novecuplum luminis in C, producti ab eodem luminari A. Cum autem A C sit dupla linea C B, erit A B sesquialtera ipsius B C, eritque CB ad B D, ut 3 ad 4. Est autem lumen productum in C ad lumen productum in D, ab agente B, in duplicata ratione, est autem duplicata 3 ad 4, ut 3 ad $1\,5\frac{1}{1}$; est ergo lumen in D, ut 9 & 3. sunt 12, & in C, ut $5\frac{1}{1}$, & 1 id est $6\frac{1}{1}$, plus igitur luminis est in D, quam in C. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO IX.

Theorema.

Sphæræ activitatis decrescentiam numeris exhibere.

Sit lumiosum A, quod in puncto B, supponatur lumen determinatæ intensionis producere.



Sumantur spatia æqualia BC, CD, D E, distanti AC, dupla erit distantiæ AB & A D, tripla AE quadrupla

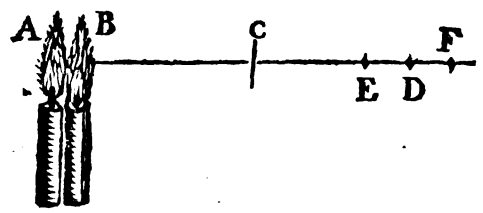
AE, quadrupla; ſi ponatur lumen in B, eſſe unitas, dico in primo intervallo fore quadrantem, in ſecundo fore $\frac{1}{9}$ in tertio $\frac{1}{16}$, ita ut fiant fractiones, quarum numerator ſit ſemper unitas, & denominatores ſint numeri quadrati.

Demonſtratio. Cùm enim A C, verbi gratia ſit dupla ipſius AB, & lumen productum in B, ad lumen productum in C, ſit in duplicata ratione, erit ut unum ad 4, nam duplicata ratio numerorum ea eſt quæ quadratorum: ergo debebit ſemper fieri fractio cujus numerator ſit unitas, & denominator quadratum numeri, intervallum notantis.

PROPOSITIO X.

Theorema.

Si duo lucida in unum coaleſcant non agent ad diſtantiam duplò majorem.



Sint duo agentia A, B, quæ conjungantur; ſitque punctum C, finis ſphæræ activitatis agentis A ſolitarie ſumpti; ideoque ſit in puncto C, minimum naturale luminis quod produci poteſt; ſitque AD, dupla ipſius BC, dico quod ſi conjungantur luminaria A, & B, ſimul non protendetur ſphæra eorum uſque in D; ſed finietur in aliquo puncto inter C & D poſito.

Demonſtratio. (*Per coroll. 4. huius*) lumen ſe habet ad lumen, in duplicata ratione diſtantiarum reciprocè, ſed ex ſuppoſitione diſtantia AD, dupla eſt diſtantiæ AC; ergo lumen in C, ad lumen in D productum ſe habebit, ut 4 ad 1, lumen autem productum in C, à duobus lucidis eſt tantum duorum minimorum naturalium, igitur in puncto D, eſſet tantum dimidia pars minimi naturalis; ſed nullum lumen produci poteſt minus minimo naturali, igitur in puncto D, nihil producetur. Quod ſi aſſignetur linea AE, media proportionalis inter lineas AC, AD; dico in puncto E finiendam, ne tamen hæc demonſtratio videatur concludere in opinione tantum aſſerente dari aliquod minimum alicujus qualitatis, quo nihil minus naturaliter produci poteſt; aſſero in puncto E, præcisè tantumdem fore luminis ſi duo agentia applicentur, quantum in puncto C, ſi unum tantum adhibeatur. Quia nempe cum AE, ſit media proportionalis inter AC, & AD, dum unicum adhibebitur agens; lumen in C, ad lumen in E, erit in duplicata ratione illius quæ eſt lineæ AE ad AC, ſed duplicata ratio eſt ea, quam habet AD ad AC, hoc eſt ratio dupla ex conſtructione; ergo unico exiſtente luminoſo lumen in C productum, duplum eſt luminis in E producti. Sed dum adhibetur duplex luminoſum, lumen duplum eſt illius quod in eodem E producitur à duobus luminoſis, ergo lumen productum in E à duobus luminoſis, æquale eſt lumini producto in C, ab uno tantum luminoſo, quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM I.

Hinc data diſtantia ad quam quis legere poterat unico adhibito luminoſo, aſſignari facilè poterit diſtantia, ad quam adhuc legere poterit duobus accenſis luminoſis, æqualibus tamen, aut tribus aut quatuor, aut quinque.

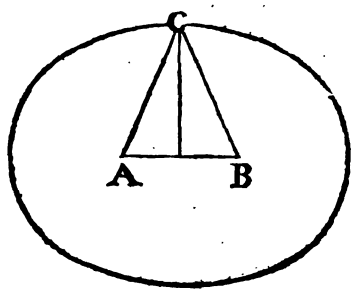
COROLLARIUM II.

Hinc concludes ſphæram activitatis duorum lucidorum æqualium, mediam eſſe inter duplam, & quadruplam ſphæræ activitatis unius tantum. Hic ſumo ſphæram pro ſoliditate, cum enim ſphæræ ſint in triplicata ratione diametrorum (*per 18. 12. Eucl.*) ſphæra unius lucidi cujus diameter AC, ad ſphæram duorũ, cujus diameter AE, erit in triplicata ratione diametri AC ad AE. Continuentur ergo iſtæ rationes AC, AE, AE, AD, AD, AF, AF: non erit quadrupla, ad hoc enim ut eſſet quadrupla, ita eſſe deberet, ut AC ad AD, ita AD ad AF, fecimus autem ut AE ad AD; ita AD ad AF, ideoque ſphæra duorum agentium, media eſt inter duplam, & quadruplam ſphæræ unius tantum lucidi.

COROLLARIUM III.

Pariter ſequitur lucidum quadruplum ejuſdem intenſionis poſſe agere ad duplam diſtantiam, & ſoliditatem ſphæræ eius eſſe quadruplam.

Poſſet etiam hic quæri figura ſpatii ad quod duo lucida non conjuncta agere poſſunt. Sed difficile eſt eam conſtituere.



Poteſt tamen dici ſphæricum homogeneum, agere ad ſpatium ſphæricum: nempe ſpatium in quo agere poteſt, ſphærica ſuperficie determinatum eſſe.

Si verò ſint diſſita notabiliter, ut A & B, quod ſpatium illud erit Ellypticum, ita ut lineæ BC, AC ſint maximæ, hoc tamen vix demonſtrari puto.

Pariter quæri poſſet, an idem lucidum, majorem habeat ſphæram activitatis in medio rariori, quam denſiori; & primò quidem in opinione tribuente lumini motum localem id facilè concederetur. Cùm enim medium denſius plures habeat partes movendas, ut fiat locus lumini, rarioreſque habeat poros retardabitur motus ejus. In opinione verò communi, quia omne agens determinatum eſt ad producendum certum numerum graduum luminis in unaquaque ſuperficie, quò plures partes erunt in illa ſuperficie; eò pauciores erunt gradus quo ad intenſionẽ. Cum igitur in medio denſiori ſint plures partes materiæ; citiùs pervenietur ad ultimum minimum naturale illius qualitatis. Si igitur ſphæra aëris unius leucæ, à face illuminari poſſit, & aqua ſit decuplò denſior, poterit illuminari in aqua ſphæra decuplò minor, nempe ut tot ſint partes illuminatæ in aquâ, quot in aëre; eruntque diametri in ſubtriplicata ratione ſphærarum.

PROPOSITIO XI.

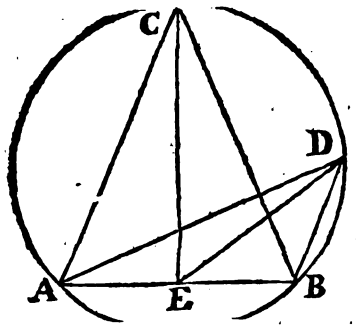
Theorema.

Aliquando quod à luminoſo magis diſtabit minus aut æqualiter illuminabitur.

Sit planum aliquod AB, & luminoſum: Statua-

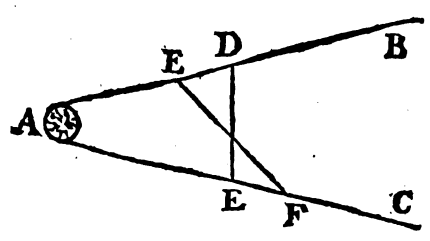
tur

tur in puncto C, ita ut sit triangulum isosceles A B C, describatur circa illud circulus, dico in quocumque puncto illius circuli ponatur luminosum, æqualiter illuminabitur linea A B, licèt in aliquibus locis luminosum ab ea minus distet quam in aliis.



Collocetur luminosum in puncto D, divisâque linea bifariam in E, ducatur linea CE, quam ostendo esse perpendicularẽ. Cum latera AC, CB, triangulorum ACE, CEB sint æqualia, ex suppositione, item latera AE, EB æqualia sint per constructionem & latus C E commune: igitur (*per* 8.1) anguli AEC, BEC æquales sunt. Quare (*per primam* 3.) linea EC, transit per centrum, & (*per* 7. 3.) maxima est omnium, quæ duci possunt ex puncto E; ergo major quam ED: igitur luminosum in C, magis distat à linea AB, quam dum est in D. Nihilominus angulus ACB æqualis est angulo A DB, (*per* 21.3.) ergo (*per suppositionem* 3. *hujus*) AB, linea æquè illuminabitur ex puncto C, atque ex puncto D.

Et ne utamur repetitione, quæcumque diximus de angulo sub quo videntur objecta, qui est mensura magnitudinis apparentis, ea etiam dici possunt de angulo sub quo res eadem illuminabitur. Hic tamen vitanda est maxima æquivocatio, neque enim intendimus dicere, ea omnia, quæ illuminantur sub eodem angulo æqualiter illuminari, sed idem ab æquè intenso agente, & sub æquali angulo illuminatum, æqualiter illuminari. Cum enim quodlibet punctum luminosum sub singulis angulis certum numerum radiorum mittat, si illi radii sunt distribuendi æqualibus magnitudinibus, sequitur unamquamque partem æqualiter illuminari. Sit enim punctum lucidum A, quod inter



radios AB, A C, ita producat lumen ut in singulis superficiebus inter radios AB AC contentis, possit producere verbi gratia mille gradus qualitatis, eo modo quo supra explicuimus; sintque duæ superficies æquales inter se nempe DE, EF, dico tot esse gradus in EF, quot in DE. Et quia sunt distribuendi totidem partibus subjectorum æqualium DE, EF, æqualiter intensum erit lumen in duobus illis subjectis; nisi quod si superficiei partes singulæ magis æqualiter à luminoso A distent, quàm partes superficiei EF, magis etiam uniformiter illuminabuntur. Nam in superficie EF, pars E vicinior magis illuminabitur, quàm pars F remotior, compensabuntur tamen omnia.

Quatuor igitur conferunt ad intensionem luminis, lucidi magnitudo, aut lucidorum numerus, secundò propinquitas, tertiò fulgoris excellentia, & quasi intensio ipsius lucidi. Quartò obliquitas vel directa oppositio corporis illuminandi.

Quæ omnia ita combinari possunt, ut quantum unum adjiciet luminis, tantum alterum detrahat.

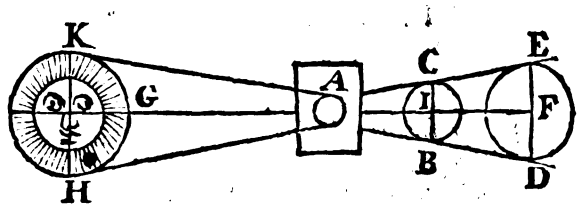
Luminosum enim quod excellentius est, longiorem habet sphæram activitatis, & in singulis ejus partibus intensius lumen producit, quàm re vera produceret, si minorem in se haberet fulgorem.

PROPOSITIO XII.

Theorema.

In lumine solari per exiguum foramen transmisso, se habent lumina post foramen producta, quo ad intensionem, in duplicata ratione distantiarum à foramine reciprocè.

Sit foramen A, per quod transmittantur radii solares qui excipiantur perpendiculariter in B C,



& DE, sitque radius centralis GAF, qui nempe excipitur perpendiculariter planis BC, DE, intensius erit lumen in BC, quam in D E, in ratione duplicata illius quam habet linea AF ad lineam AI.

Demonstratio. Primò (*ex defin. coni,*) figura solida HAK est conus, cujus axis est A G; ostendo item DAE conum esse. Nam cum ex suppositione linea A I, sit recta ad planum B C, erunt anguli omnes in puncto I recti; quare in triangulis BAI, C A I, cum dentur duo anguli recti in puncto I; item anguli BAI, CAI, sint æquales inter se, eò quòd sint æquales oppositis ad verticem H A G, K A H æqualibus, & latus A I commune; erunt (*per* 26.1.) latera B I, CI æqualia. Idem probabo de aliis omnibus rectis ductis ex puncto I, igitur BC est circulus, & consequenter B A C est conus. Ostendam pariter DE, esse circulum, cujus semidiameter F D; & quia linea A F, supponitur recta ad plana BC, DE, (*per* 14.11.) illa erunt parallela, unde (*per* 16. 11.) lineæ B I, D F sunt parallelæ. Ideoque ita est AI ad AF, sicut BI ad DF, (*per* 4.6.) quia autem ut explicuimus (*propositione* 4. *hujus*) quò majus est spatium illuminandum, eò minus est lumen, circulus autem DE major est circulo BC, in ratione duplicata semidiametrorum (*per cor.* 12. 12.) erit intensio luminis in circulo B C ad intensionem luminis in D E, in ratione duplicata illius quæ est lineæ DF ad BI; seu AF ad AI. Quod erat demonstrandum.

Videor assumpsisse figuram H A K esse conicam. Quod probatu facile est, nam propos. 41. præcedentis libri, ostendimus, si uno oculo respiciatur sphæra, seu quod idem est si ab uno puncto A, ducantur tangentes ad sphæram, seu globum solarem, id quod hujusmodi tangentibus comprehenditur esse circulum, immo ostendi lineam connectentem in tali casu oculum cum centro sphæræ,

tæ, transitæ per centrum illius circuli. Igitur idem applicatum huic materiæ eodē modo demonstrat.

COROLLARIUM.

Si per foramen exiguum solares radii transmittantur, figura solida quæ hujusmodi radiis comprehendetur conus erit: qui si secetur perpendiculariter aliquo plano, sectio communis radiosi coni, & plani, circulus erit, cujus centrum erit in radio per centrum disci solaris ducto.

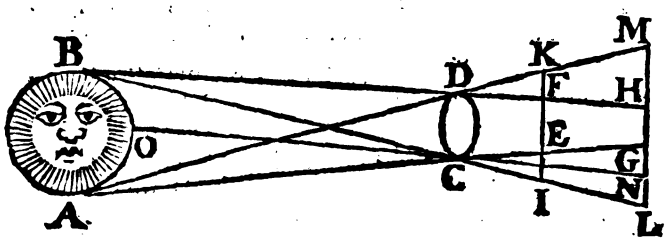
Fecerat mihi difficultatem hæc propositio, quia quoties metiri vellemus intensionem luminis excepti in diversis spatiis, metienda esset distantia ab ipso agente principali nempe sole; cum hic tamen metienda sit non ab ipso sole, sed à foramine. Respondeo causam esse ipsum obicem, nam quoties omnia, & singula solis puncta in spatio agunt, ita ut nullus sit obex, spatia inter quæ fit luminis comparatio, observant in illuminatione rationem distantiæ ab ipso sole; quoties verò non singula puncta solis agunt in singulas partes spatiorum, observari non potest hæc regula.

PROPOSITIO XIII.

Theorema.

Si per foramen divisibile transmittatur lumen solare, partes luminis circa axem à toto sole illuminata se habent quoad intensionem in ratione duplicata distantiarum; non ab ipso foramine, sed ab ipso sole.

Sit sol cujus diameter AB, sitque foramen CD per quod transmittantur radii solares, ita ut tam



spatium EF quam GH, à toto sole illuminentur, spatia vero EI, FK, GL, HM, partialiter tantum ab eodem sole illuminentur. Dico spatia ab ipso sole toto illuminata, quo ad intensionem se habere in ratione duplicata distantiarum non à foramine, sed ab ipso sole.

Demonstratio E F, G H, illuminantur à toto sole; sed (*per 5. hujus*) quæ illuminantur à toto sole, ita se habent ut intensio luminis in utroque se habeat in duplicata ratione distantiarum ab ipso sole reciproce; ergo intensio luminis in EF ad intensionem luminis in GH; se habet in duplicata ratione distantiæ GA ad distantiam EA.

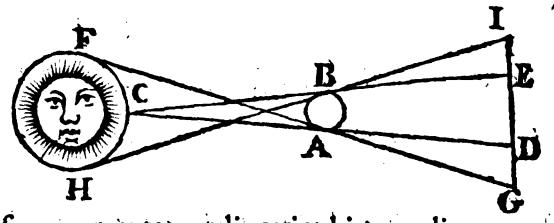
In spatiis verò lateralibus, verbi gratiâ IE, LG, primò quidem non illuminantur à toto sole, sed sensim in utroque decrescit lumen. Nam, verbi gratiâ, punctum N illuminatur à solis parte O B, puncta L, & I ab extremitate solis B tantum. Dico tamen intensionem luminis in I E, licet non æqualem ubique ad intensionem luminis in L G se habere in duplicata ratione distantiarum ab ipso foramine. Spatia IE, LG, considerata in cono solido sunt superficies similes, nempe coronæ, quæ se habent in duplicata ratione linearum IE GL, similiter etiam illuminatæ ut jam ostendimus, lineæ autem I E, L G (*per 4. 6*) cum sint parallelæ, se habent ut distantiæ EC, GC; igitur intensio luminis in LG, erit in duplicata ratione GC, ad EC.

PROPOSITIO XIV.

Explicatio virgarum in nubibus.

Si lumen solare per foramen trajiciatur, augebitur spatium illuminatum undique per angulum 15. minutorum.

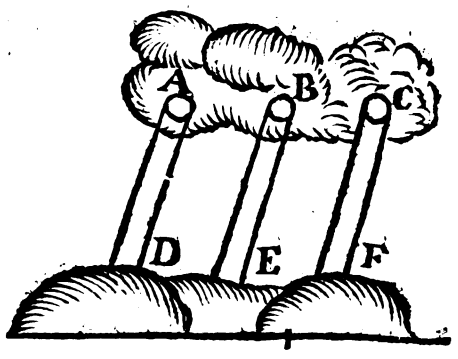
Sit foramen A B in nubibus, verbi gratia, efformatum casu; hoc est duæ nubes non bene inter



se congruentes, reliquerint hiatum aliquem per quem solis radius transmittatur; dico radios solis extremos, ita se habere ut semper majus spatium comprehendant; angulumque efforment cum radiis sibi invicem parallelis per foraminis extremitatem ductis, quindecim minutorum, seu quartæ partis unius gradûs. Ex ipso disci solaris quasi centro C, intelligantur duci per extremitates foraminis radii C A D, C B E, illi propter immensam solis à terris distantiam physicè paralleli erunt, intelligantur ab extremitate F per A duci radius FAG sicut ex alia parte radius HBI.

Demonstratio. Solis diameter visibilis communiter assignatur triginta minutorum; ergo angulus semidiametri ejus nempe angulus CAF erit 15 minutorum: sed angulus G A D illi oppositus ad verticem est æqualis; ergo radius extremitatis solis, simul cum radiis parallelis, angulum efficiunt 15 minutorum quod erat demonstrandum.

Ex hoc vides rationem quare radii per nubem transmissi si in loco circumclita à nubibus obte-



nebrato appareat, extremi non videntur paralleli; sed prout magis ad terram accedunt, magis ab invicem recedunt. Putabam aliàs id tantum provenire eò quòd spatium terris vicinius nobis appareret majus, etiam si revera foramini esset æquale, propter majorem vicinitatem, sed invenio adhuc verè radios extremos augeri, & recedere ab invicem. Non difficeor quidem aliquando hanc hallucinationem aliquid efficere. Sint enim tres in nubibus hiatus A, B, C, per quos lumen solis transmittatur, fiantque tres virgæ, quæ in montem incidant à quo non ita multum distem. Licet distantia foramium inter se æqualis sit distantiis D E, E F, quia tamen magis disto à nubibus quam

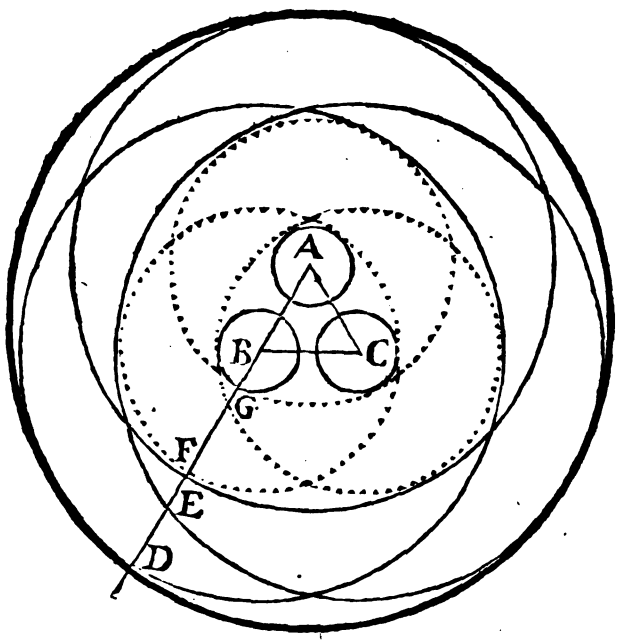
à monte ex ſuppoſitione (*per* 10. *præcedentis*) diſtantiæ D E, E F majores apparebunt, quàm A B, B C; igitur videbuntur convenire inter ſe illæ virgæ versùs nubes, licèt radii illarum centrales ſint inter ſe paralleli.

Idem etiam dici poſſet de caudâ cometæ, quæ aliquando videtur hoc modo divaricari, id nempe oriri quod augeatur hinc inde ſecundùm extremitates, per angulum 15 minutorum, qualis eſt ſemidiameter ſolis.

L E M M A.

Si plures circuli æquales ex diverſis centris deſcribantur, quò majores erunt minus diſcrepabunt à figura unica circulari.

Ex tribus centris A, B, C deſcribantur tres circelli, item ex iiſdem centris deſcribantur alii



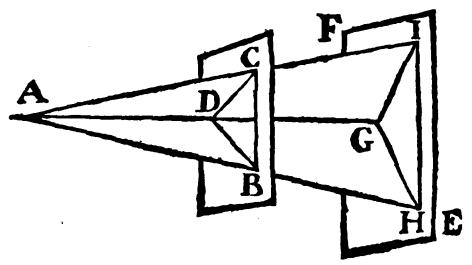
circuli majores; dico tres circulos majores ſimul ſumptos, minùs diſtare ſenſibiliter à figura circulari, quàm tres circulos minores. Si enim tres circuli majores ſimul ſumpti, ſint minores quàm ſit diſtantia centrorum videbuntur tres circuli nullam partem habentes communem: ſi verò ſint majores diſtantia centrorum multas habebunt partes communes; ſed circuli habentes partes aliquas communes, magis accedunt ad figuram unius totalis circuli, quàm circuli qui ſunt omninò extra ſe; ergo circuli majores in tali caſu magis accedent ad figuram unius totalis circuli. Fiant autem & ex iiſdem centris adhuc majores circuli, ducaturque linea BD in directum, cum linea AB, cum lineæ AG, BF ſint æquales, eo quod circuli ſupponantur æquales, ablato communi B G, erunt lineæ A B, F G æquales; pariter oſtendam lineas A B, DE æquales eſſe, ergo lineæ F G, D E ſunt æquales. Quare (*per* 8.5.) minor erit ratio lineæ DE ad majorem EA, quam lineæ FG ad GA; ſed DE eſt menſura exceſsûs circuli majoris ex B deſcripti, ſupra circulum æqualem ex A deſcriptum; & F G menſura exceſsûs, quo circulus ex B deſcriptus ſuperat æqualem circulum ex A deſcriptum; igitur minùs proportionaliter major circulus ex B deſcriptus eſt extra æqualem deſcriptum ex A, quam minor extra minorem: ergo ita augeri poſſunt illi circuli ut tandem ſenſibiliter deſinant in unicum circulum totalem. Præcipuè ſi, non tantum tres circuli ſed etiam fiant alii ex ſingulis punctis trianguli ABC.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

Si punctum ſolum radiet per foramen, figura lucis excepta plano parallelo ipſi feneſtræ, figuram induet ipſius foraminis.

Sit punctum lucidum A, quod ſuppono immenſo quodam intervallo diſtare à foramine B C D,



per quod radiat; lumen vero excipi plano EF parallelo ipſi foramini; ita tamen ut diſtantia foraminis BCD à plano EF, ſit inſenſibilis, comparata cum diſtantia lucidi. Dico figuram GHI, & ſimilem & æqualem eſſe ad ſenſum foramini ABC.

Demonſtratio. Cum diſtantia lucidi ſupponatur immenſa, erunt radii AB, A C, AD phyſicè paralleli, cum autem planum H A C planis B C D, E F, ſecetur (*per* 16.11) erunt lineæ B D, H G parallelæ. Eodem modo oſtendam lineas DC, GI item B C, H I eſſe parallelas; quare (*per* 10.11.) anguli BDC, HGI ſunt æquales. Idem oſtendere poſſum de reliquis. Igitur figuræ B D C, H G I, ſunt ſimiles: ſi enim non eſſent, in triangula ſimilia reſolvi non poſſent. Deinde cùm radii BF, DG, ſint phyſicè paralleli, item lineæ B D, H G ſint oſtenſæ parallelæ; erit igitur parallelogrammum BHGD; & lineæ BD, H G, æquales erunt (*per* 34.1) ita oſtendam reliquas lineas D C, G I, H I, BC æquales eſſe; ergo figura HGI, etiam æqualis eſt figuræ BCD; quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM I.

A quolibet ſuperficiei lucidæ puncto projicitur pyramis in planum foramini parallelum, cujus baſis eſt & æqualis, & ſimilis foramini. Ideoque totalis illuminatio à ſole facta & in plano recepta, innumeris conſtat figuris ſimilibus, & æqualibus, quot ſcilicet ſunt puncta lucentia in ſole.

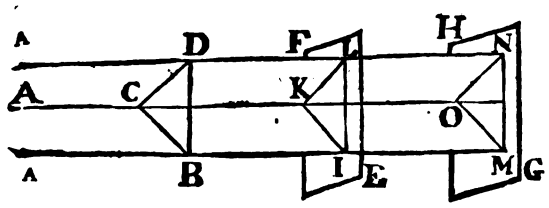
PROPOSITIO XVI.

Theorema.

Si unicum lucidi punctum immensè à foramine diſtans, per illud radiet excipiaturque continuè radiatio duobus planis ad eam rectis, duæ figuræ ſimiles & phyſicè æquales generabuntur.

Sit punctum quodcumque radians, immensè diſtans à foramine BCD, ideoque radii AB, AC, AD ſint phyſicè paralleli; dico ſi radiatio excipiatur

piatur ſucceſſivè planis EF, GH, ad quæ radii AB, AC, AD ſint recti; quod figuræ MON, IKL



illuminationis, in prædictis planis & ſimiles & æquales erunt.

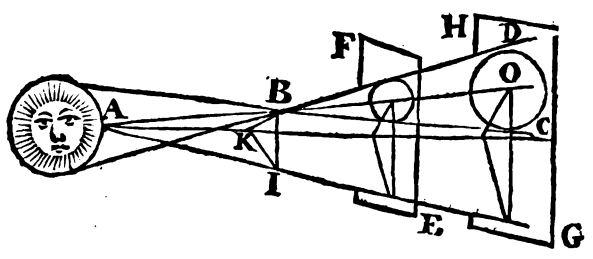
Demonſtratio. Radius ABM eſt rectus ad plana EF, GH, ex ſuppoſitione; ergo (*per* 14.11.) plana EF, GH ſunt parallela, quæ cum ſecentur plano AMO, (*per* 16.11.) erunt lineæ IK, MO parallelæ; item lineæ KL, ON; IL, MN, & aliæ quæcumque ſi eſſent, quare (*per* 10.11.) ſinguli anguli ſingulis æquales erunt; Igitur jam figuræ ſunt ſimiles: Quia autem propter immenſam puncti A diſtantiam, lineæ AIM, AKO parallelæ ſunt phyſicè, item parallelæ ſunt IK, MO, parallelogrammum erit MIKO; igitur (*per* 34.1.) lineæ IK, MO æquales ſunt, & ſic de aliis lineis; ergo etiam figuræ IKL; MON, & hoc quomodocumque removeatur planum ultimum, diſtantiâ nempè quæ poſſit eſſe hic in terris maxima.

PROPOSITIO XVII.

Theorema.

Quò radius ſolaris per foramen quodcumque tranſmiſſus in majori à foramine diſtantia, plano ad ipſum recto excipietur, eò magis ad circulum accedet.

Hæc propoſitio clariſſima eſt ipsâ experientiâ. Videmus enim radium ſolarem per rimulas quaſcumque, per hiatus inter arborum folia tranſmiſſum, in circulum efformari, cujus rei quæritur ratio. Hæc duobus verbis comprehendi poteſt, quia ſol circularis eſt; hujus tamen quæritur ratio demonſtrativa. Sit foramen quodcumque, per quod intelligatur radiare, non tantum punctum A quod ſupponatur eſſe centrum diſci ſolaris, ſed totus ipſe ſol: nam intelligi poſſunt ſingula foraminis puncta eſſe vertices totidem conorum, verbi gratiâ, punctum B eſſe vertex alicujus coni, cujus baſis ſit ipſe ſol, axis ipſe radius AB. Item intelligi poteſt in ſequenti figura in eodem puncto B alius conus contrapoſitus CBD, cujus axis erit ABO; ſi verò ad angulos rectos conus CBD ſecetur plano EF, communis ſectio erit circellus cujus centrum erit in linea ABO, ſi alio plano GH remotiori excipiatur, major fiet circulus cujus centrum eſt punctum O. Idem intelligendum eſt in punctis I, K, fieri; nempe generari alios conos quorum axes erunt radii AI, AK, & conſequenter dum hujuſmodi coni ſecabuntur planis EF, GH, ſectio ſingulorum conorum circulus erit, cujus centrum exiſtet in radiis AK, AI productis. Sed radii AI, AK, AB, & alii ab eodem centro diſci ſolaris ducti, in ſingulis planis figuram ſimilem, & æqualem generant (*per præcedentem*,) circuli autem creſcunt prout plana ſunt magis remota à foramine (*per* 14.) ergo (*per lemma ſuperius*) cum centra æqualiter ſemper diſtent, & augeantur ſemper circuli, radius totalis ſeu illuminatio magis accedet ad circulum, quò major erit plani excipientis à foramine diſtantia; quod erat demonſtrandum.



PROPOSITIO XVIII.

Theorema.

Si foramen aliquâ ſui parte tegatur non mutatur figura radii in majori diſtantia excepti, ſed minus lucidus erit, mutabitur figura in minori diſtantia.

Foramen per quod tranſmittuntur ſolares radii, claudatur aliqua parte; dico primò in minori diſtantia mutari figuram illuminationis in plano excipiente.

Demonſtratio. Figura illuminationis in plano excipiente, in minori diſtantia ſimillima eſt ipſi foramini, cum circuli qui ſunt baſes ſingulorum conorum ſunt adhuc minimi; ſed dum clauditur pars foraminis, mutatur figura foraminis: ergo ſi excipiatur radius in parvâ à foramine diſtantia, clauſo ex parte foramine, mutabitur figura illuminationis, in quacumque tamen diſtantia ſemper illuminatio major eſt ipſo foramine, quia jam incipiunt coni ſe dilatare & ampliare illuminationem.

Secundò dico excepti radii in magna diſtantia figuram, non immutandam, etiam ſi foramen ex parte tegatur, quia (*per præcedentem*) in magnâ diſtantia radius ſolaris eſt phyſicè rotundus, per cujuſcumque figuræ foramen tranſmittatur; ergo mutatâ figurâ foraminis manet ſemper rotundus.

Tertiò dico in tali caſu fore ut minuatur eius fulgor, quia tunc non erit tantum luminis, cùm pauciores erunt coni luminoſi in idem ſpatium radiantes; ſed dum clauditur foramen ex parte, non ſunt tot radii luminoſi, ac ſi totum apertum eſſet, ergo, &c. nam aufertur ille conus qui in parte foraminis obturata formaretur.

COROLLARIUM I.

Quod de mutatione figuræ foraminis hac propoſitione probavi, intelligendum etiam eſt de corporibus opacis in medio foramine ſuſpenſis, quæ in parva diſtantia apparent in ſolari radio; in majori vero diſtantia evaneſcunt, nam cum aliam faciant figuram foraminis, hæc in parva diſtantia ſe exhiber, in majori degenerat in circulum.

COROLLARIUM II.

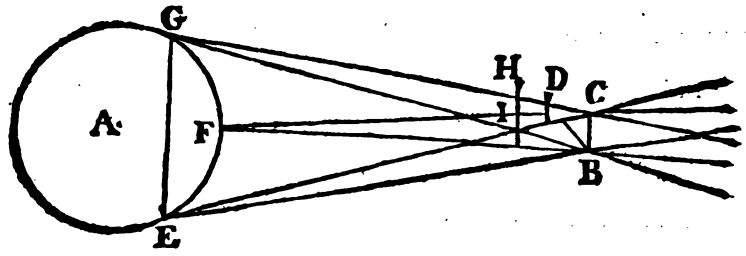
Duo foramina vicina in unicum radium circularem coaleſcunt, cùm enim coni in ſingulis foraminum punctis formati, ſemper magis amplientur; ſi excipiantur planis, baſes habebunt circulos ſemper majores, cum tamen eadem ſemper maneat centrorum diſtantia; ergo ita augeri poterunt circuli, ut diſtantia centrorum nullam ſenſibilem habeat cum circulorum diametris rationem, ita ſi daretur lamina crebris foraminibus interpuncta, evaneſcerent tandem in radio foraminum intervalla, & unicus circularis radius in magna diſtantia formaretur.

Digitized by Google

PROPOSITIO XIX.

Theorema.

Si corpus opacum inter foramen & solem opponatur, quod impediat aliquam tantum solis partem in totum foramen radiare; radius in convenienti distantia exceptus, figuram partium radiantium imitabitur.



Sit sol sphæra, cujus centrum A, qui radiet in foramen B C, ejus radii duplici modo intercipi possunt corpore opaco. Primus modus est si corpus opacum sit valde vicinum foramini; ut si esset in D, interciperet quidem aliquos radios solares, immò forsitan omnes transeuntes per aliquod punctum foraminis. Verbi gratia corpus D intercipit radios EC, FC, GC, radiantes per punctum C, alios autem intactos relinquit, & de hoc jam diximus, nempe radium semper fore circularem.

Secundus modus est, si intercipiantur aliqui radii omnino, ita ut aliqui nullam foraminis partem intercipiant. Ut si in puncto H interponeretur corpus opacum, intercipiens radios omnes usque ad F B. Dico fore ut radius exceptus in magna distantia post foramen mutet figuram.

Demonstratio. In singulis conis, quorum vertices sunt in foramine, similes partes umbrosæ erunt, & carebunt radiis: ergo etiam basium similes partes umbrosæ erunt; & ex eadem parte, oppositâ scilicet parti ex qua corpus opacum interponitur: ergo etiamsi circuli ita amplientur ut unum sensibilem circulum efficiant, ille circulus deficiet à rotunditate sua, & figuram exhibebit tantum partium solis in foramen radiantium.

Hoc autem primò accidit in puncto I, nempe ut eadem sit proportio diametri foraminis ad lineam BI, quanta diametri solis ad distantiam E I: & quia sol ex terris & locis terræ vicinis videtur sub angulo 30 minut. ita ut angulus E I G sit 30 minut. hoc est, ea est ratio lineæ EG ad EI, quæ 1 ad 115, ita enim circiter se habet chorda semigradus ad sinum totum. Si removeatur corpus opacum à foramine centum & quindecim diametris ipsius foraminis, poterit mutari figura radii per foramen transmissi. Quod adhuc exactius accidet si multò magis corpus opacum removeatur.

COROLLARIUM.

Ex hac propositione rationem deduces cur sole oriente, aut occidente, radii per foramina excepti, medium tantum solem exhibeant.

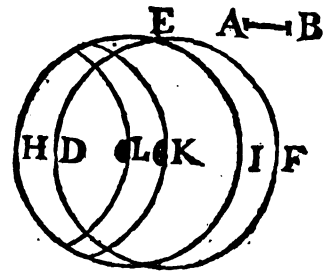
2. Cur sole Eclypsin patiente, solis radius similem figuram solis deficientis exhibeat.

3. Cur maculæ solares in magna distantia, appareant in radio excepto.

PROPOSITIO XX.

Pauciores sunt digiti in solis radio per foramen excepto, quam in cœlo, & macula minores apparent quam reverâ sint.

Sit per foramen, cujus diameter AB, transmissus solis radius, qui licèt sit physicè rotundus nihilominus deficit à rotunditate, quanta est diameter



foraminis. Sit ergo DEF basis coni, cujus vertex B, & HEI, basis coni cujus vertex A, sitque prioris circuli pars deficiens ob interjectionem lunæ DK, ita ut vera sit proportio DK ad KF, quæ est partis in sole Eclypsatæ ad partem detectam, quod facilè probari posset, ex oppositione duorum conorum per foramen indivisibile, & æqualitate angulorum ad verticem. Pariter eadem est ratio partis HL ad LI in secundo circulo, quæ partis in sole Eclypsatæ ad partem detectam. Sed licèt in parte LK non sit tantum lumen quantum in cæteris partibus, est tamen aliquod lumen; quare pars omnino umbrosa erit HL: sed minor est ratio partis HL ad totam LF, quam ad LI minorem (*per* 8.5.) igitur minor erit ratio partis omnino umbrosæ, ad reliquam partem radii excepti in plano post foramen, quàm sit partis in sole Eclypsatæ ad detectam, quod erat demonstrandum.

Secundò idem dico de macula in sole, quæ habet rationem lunæ alicujus in ordine ad Eclypsin. Si enim macula ita tegeret solem, ut defectus in radio per punctum B transmisso esset D K, & in radio per punctum A esset HL; adhuc vides minorem esse rationem, maculæ illius in charta ad totalem radium, quam maculæ solaris ad discum ejus.

COROLLARIUM.

Ex hoc sequitur quod quamdiu macula in basi unica

unica circulari, minorem occupabit locum, quam ſit diameter foraminis; omninò non apparebit. Ut ſi eſſet macula in ſole cujus imago aut umbra in circulo DEF, eſſet K minor, quam diameter foraminis, & in circulo HEI eſſet umbra L; tunc nulla daretur umbra totalis, licèt enim in punctum K nullus radius perveniret per punctum A foraminis, pervenit tamen aliquis ad eandem partem K per punctum B, unde nulla appareret illa macula ſumpta pro defectu totali luminis. Si verò ſumatur pro imminutione aliqua luminis, duplex appareret: decedit igitur tantum de vera proportione magnitudinum maculatum, aut partis ſolis Eclypſatæ ad reliquam, quanta eſt ſemidiameter foraminis, quæ in maximis diſtantiis tam parva eſſe poteſt, ut omninò evaneſcat.

PROPOSITIO XXI.

Theorema.

Cur radius ſolaris per foramen tranſmiſſus videatur in loco umbroſo, alibi non videatur.

Experientiâ compertum eſt, ſi radius ſolaris tranſmittatur per foramen intra cubiculum undique clauſum; optimè videbitur ille radius etiam in aëre, qui extra cubiculum in aëre libero videri minimè poterat. Item radii ſolares communiter in aëre non videntur ſereno tempore, ſi tamen ipſis è regione reſpondeat locus umbroſus, videbuntur.

Ratio eſſe poteſt, quod ad hoc ut objectum videatur, debeat, ut jam dixi, remitti ab ipſo aliquod lumen in oculum, quod lumen debet eſſe majus, quam quod in eandem partem retinæ aliunde allabitur, corpora minuta quæ librantur in aëre, non ſunt omnino diaphana, ideoque poſſunt aliquid luminis reflectere ad oculum uſque. Ex quo fit ut, quò aër erit purior, eò minùs radius per reflexionem videri poſſit: quare ut in cubiculo melius videatur opus erit pulverem excitare, ita communiter focum lentis convexæ facilius invenimus, aut fumum, aut aliquid aliud ad reflexionem aptiſſimum admovendo. Illud tamen lumen ab hujuſmodi minutis corporibus reflexum tenue eſt diſcontinuum & valdè rarum; unde ſi lumen potentius & intenſius aut æquè intenſum, eaſdem retinæ partes feriat, ineptum erit ad movendos oculos, quia lumen majus offuſcat minus. In quo tamen aliquam ſemper difficultatem inveni, licèt enim nonnulli, ut hunc modum ſolvant, afferant multas experientias; immò & aliorum ſenſuum exemplum, hoc tamen non omnino ſatisfacit, neque dat rationem à priori hujus experientiæ; nam facilius in aliis ſenſibus id explicari poteſt, quam in oculis. Et primò quidem in auribus ſi ſonus nihil aliud ſit, quàm corporum aut aëris vibratio, ſi potentiſſimus ſit ſonus, & ad movendum tympanum certo genere vibrationis aptiſſimus, non percipientur interea minores ſoni, quia non poterit alia vibratione affici tympanum. In odoribus faciliùs ſolvetur, qui cum ſpiritibus evaporatis conjuncti ſunt, & mirum non eſt ſi nares, & proceſſus mammillares ſpiritibus certi odoris oppleti, alios non admittant.

Idem dico de ſaporibus, ſi enim pori palati & linguæ in quibus præcipuè viget ille ſenſus, certi ſaporis ſucco impleantur, mirum non eſt ſi aliis ſuccis non ſit locus. In tactu ubi manus potentiſſimè calefacta interea dum fiet reactio, non ità citò frigus perſentiſcet. Idem proportione quadam dicendum eſt cum lumini ſolari additur lumen candelæ, vel dum paries benè illuminatus in oculum lumen remittit, etiamſi etiam à corpuſculis in aëre volitantibus aliquid remittatur, illud tamen valdè tenue eſt, nec multum addit roboris radiis, parietis illuſtrati: unde eodem modo oculus afficitur ac ſi à ſolo pariete lumen reciperet. Deinde ad præſentiâ magis coarctatur pupilla, ex quo fit ut pauciſſimi ſint illi radii qui ab his minutioribus objectis ad fundum retinæ perveniant. 3. Si impreſſio facta in retina ſit aliquid aliud præter lumen, ut ſi eſſet certus motus localis, impoſſibile eſſet ut duobus ſimul motibus moveretur.

Affero experimentum clariſſimum dum objecta per foramen cubiculi clauſi in charta ſpectantur cum ſuis omnibus coloribus, ſi aliunde lumen affulgeat obliterantur omnino, unde hoc? quia in tenebris ſolum illud lumen ab objectis, nempè in chartam per foramen illapſum in retinam incurrebat: dum verò aliud lumen admittitur, jam eadem charta majus lumen, aliunde receptum in eandem retinæ partem reflectit, quod ita retinam occupat, ut additamentum ab eo priori lumine exili, nullo modo adverti poſſit.

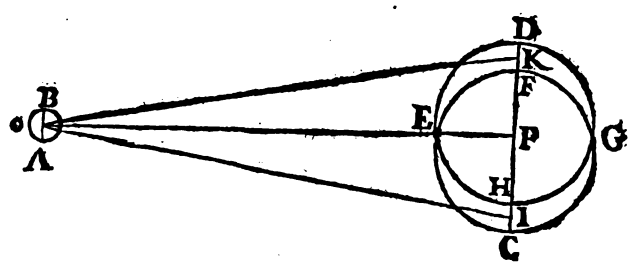
Propter hanc rationem optimum eſt in teleſcopiis aptandis, ut tubi ſint craſſiores, habeantque intus circulos chartaceos, non multum apertos, ut vitentur omnes reflexiones ad tuborum latera factæ, quæ multum officerent viſioni.

PROPOSITIO XXII.

Theorema.

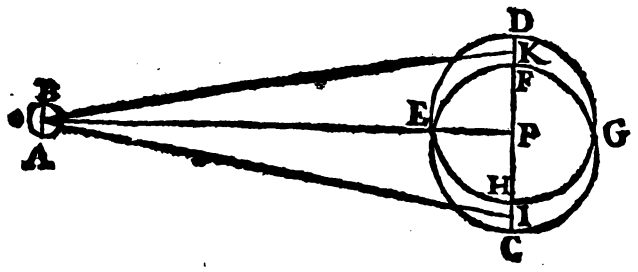
Solis diametrum viſibilem metiri; radio per foramen immiſſo.

Licèt varii aſſignentur modi definiendi diametrum viſibilem ſolis, ſeu ſub quo angulo videatur à nobis, ſeu quota ſit pars circuli alicujus maximi per ipſum ducti; id tamen poterimus ſatis facilè metiri. Sit foramen AB in lamina aliqua tenui efformatum; quæ quantùm fieri poteſt ſit ad ſolis radium centralem recta; per hoc foramen tranſmiſſus radius ſolaris excipiatur plano aliquo, ad angulos rectos, quod forſitan non erit ita facile; ideoque ut hoc commode habeatur. Fiant in plano, plurimi circuli concentrici, dico, ſi radius ſolaris, uni ex his circulis exactè quadret, quod erit radius centralis ad illud planum perpendicularis. Si enim perpendicularis non eſſet, planum obliquè ſecans conum aliquem totalem non deficientem ſenſibiliter ſaltem in magna diſtantia à



totali aliquo cono, ſectionem faceret ovalem; & experimur de facto quoties obliquè radium ſolis excipimus, toties generari Ellypſin. Sit igitur ra-

dius tali plano exceptus CEDG, ita tamen ut demonſtrationis cauſa diſtinguamus duos in eo circulos ; unum,qui ſit baſis coni cujus vertex A,ſit-



que CEFG,& alium HED, qui ſit baſis coni cujus vertex B, quorum centra tantum diſtant inter ſe quanta eſt diameter A B : igitur, totus ſenſibilis circulus C E D ſuperet eum qui eſſet baſis coni cujus vertex indiviſibis diametro foraminis AB, quare ut uti poſſis foramine AB quaſi indiviſibili, aut potiùs habere baſin coni cujus vertex eſt præcisè centrum foraminis, abſcinde ex circulo totali in plano excipiente notato, hinc inde, lineas C I, KD, æquales ſemidiametro foraminis, & metire angulum IOK;hunc dico eſſe angulum apparentis magnitudinis ſolaris. Nam (*prop.* 14.*hujus*) oſtendimus, ſi per foramen indiviſibile tranſmittatur radius ſolaris, generari conum, & angulum In foramine factum eſſe oppoſitum ad verticem illi ſub quo apparet ipſe ſol; ſed hîc habemus conum qui fieret à ſolis radiis per centrum foraminis tranſmiſſis;ergo angulus IOK eſt angulus quæſitus. Hunc autem facilè habebis ſi metiaris diſtantiam OP,& lineam PI ; nam in triangulo OPI, ſi OP fiat radius, PI erit tangens anguli POI, nempè dimidii anguli quæſiti, vel ſi habeas IO, ſi IO ſit radius, I P eſt ſinus anguli POI dimidii anguli quæſiti.

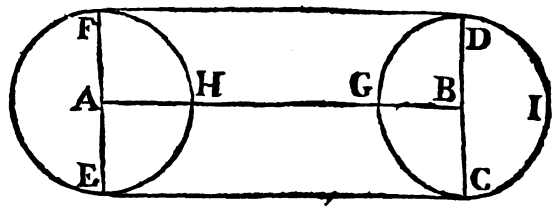
PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

Sphæra luminoſa opacæ æqualis, eius dimidiam partem illuminat.

Quæcumque diximus ſuperiùs de viſione ſphæræ ab uno oculo, intelligenda ſunt de illuminatione ejuſdem ſphæræ ad eodem puncto luminoſi. Ut verbi gratia diximus oculum videre minùs quàm dimidiam partem alicujus ſphæræ:1. Applica & dic punctum unum lucidi minùs quam dimidiam partem ſphæræ illuminare. 2. Id quod videtur, circulo comprehenditur ; id quod illuminatur circulo comprehenditur,ſi oculus ad ſphæram accedat minus de illa videbit, ſub majori tamen angulo, ſi punctum lucidum ad ſphæram acceſſerit, minorem illius partem illuminabit, ſed ſub majori angulo & conſequenter pluribus radiis illuminabit. Linea recta conjungens oculum cum centro ſphæræ, tranſit per polum circuli partem viſam comprehendentis ; pariter linea recta conjungens punctum luminoſum & centrum ſphæræ, tranſit per polum circuli illius minoris qui limes eſt illuminationis, & ita de cæteris, quibus ut facilibus & obviis ſuperſedeo, modò igitur illuminationes peculiares corporum opacorum, à corporibus lucidis perſequemur.

Sint igitur ſphæræ æquales quarum centra,A & B, hæc lucida, alia opaca, dico præcisè ab ea illuminari hemiſphærium. Sit enim planum quodcumque ſecans utramque ſphæram per centrum, erunt (*per* 21. *Theodoſii*) circuli E H F, C G D



maximi ſphærarum, connectantur centra circulorum ſeu ſphærarum linea A B; ad quam cadant ad angulos rectos perpendiculares EF, CD, quæ conſequenter æquales erunt ; cum ſphæræ ſupponantur æquales:ducantur lineæ CE,CF. Cùm ergo lineæ AB,FD conjungant lineas AF,BD æquales, & parallelas (*per* 29.1.) eò quòd anguli B A F, ABD interni ad eaſdem partes, ſint duobus rectis æquales immò duo recti, erunt AB, FD parallelæ & (*per* 34.1.) anguli A & D ; B & F oppoſiti æquales, ſunt igitur anguli F & D recti, & (*per* 16.3.) linea FD utramque ſphæram tanget, idem dicendum eſt de EC, dico totum ſemicirculum CGD illuminandum eſſe, & nihil aliud. Non enim aliquod punctum ſemicirculi DIC illuminari poteſt, ut jam oſtendimus ; quare ſi immotâ AB intelligatur volvi ſemicirculus CGD ; hic deſcribet hemiſphærium ; & cum ipſe illuminatus ſit, deſcribet hemiſphærium illuminatum. Vel faciliùs: Quod dixi de ſemicirculo CGD idem probari poteſt de aliis omnibus ſemicirculis ſe interſecantibus in puncto G : igitur ſphæræ opacæ dimidium præcisè à ſphæra æquali illuminatur, quod erat oſtendendum.

COROLLARIUM.

In lineâ centra ſphærarum connectente, invenitur polus illuminationis, nempe punctum G, qui eſt polus circuli illius, qui eſt limes illuminationis.

PROPOSITIO XXIV.

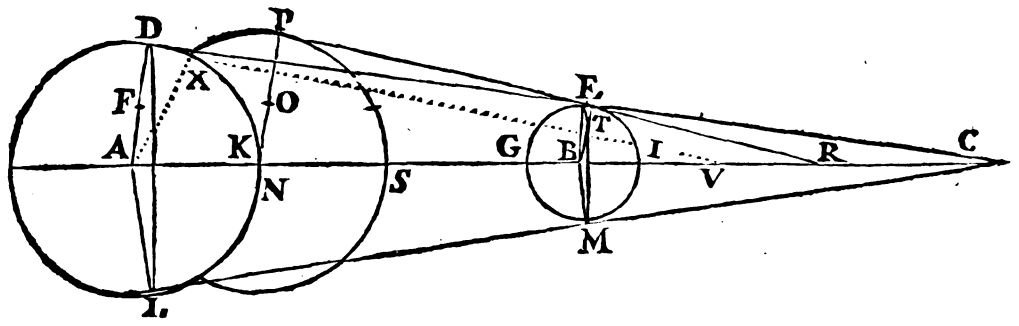
Theorema.

Sphæra opaca minoris lucidâ, pluſquam hemiſphærium illuminatur : pars vero lucida illuminans, minor eſt hemiſphærio.

Sit ſphæra luminoſa major cujus centrum A, & opaca minor cujus centrum B ; dico ſphæræ minoris illuminandam majorem partem hemiſphærio, & ſphæræ luminoſæ partem illuminantem minorem eſſe hemiſphærio.

Sit ſemidiameter minoris BE, quæ minor erit ſemidiametro majoris AD, abſcindatur AF æqualis ipſi BE, ducaturque per centra linea AB ulterius producenda, intelligatur planum per centra ſphærarum tranſiens, quod conſequenter ut priùs, ſectiones in ſphæra faciet circulos maximos. Fiat ut FD ad AF, ita AB ad BC, eritque componendo, ut AD ad AF, ſeu BE, ita AC ad BC. Ex puncto C ducatur tangens majorem circulum in puncto D, dico etiam eandem tangere minorem circulum. Ducatur enim ad contactum linea AD, eritque (*per* 16.3.) angulus A D C rectus, huic ducatur parallela BE, eritque (*per* 4. 6.) ut C A ad CB, ita AD ad BE ; ſed ut AC ad BC, ita jam erat AD ad A F æqualem ſemidiametro minoris ſphæræ ; ergo BE æqualis eſt ſemidiametro minoris

Digitized by Google



noris ſphæræ, & cùm ſit parallela lineæ AD, angulus B E C æqualis erit angulo interno A D C (*per* 29.1.) igitur (*per* 14. 3.) linea B E tangit circulum in E.

Demonſtratio. In triangulis CBE, cum angulus E rectus ſit, angulus CBE minor eſt recto, & conſequenter EBG major recto; igitur arcus GE majòr eſt quadrante; & I E minor eſt quadrante. Oſtendam pariter arcum K D minorem eſſe quadrante. Si ergo immotâ lineâ C A intelligatur volvi, totum triangulum C A D punctum D deſiniet in ſphæra lucida ſegmentum LKD minus hemiſphærio, & ſegmentum MGE majus hemiſphærio, ſed ſegmentum DKL eſt illuminans comprehenſum nempè tangentibus, & MGE illuminatum, igitur illuminatum majus eſt hemiſphærio, illuminans eſt minus. Quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM I.

Ex hac patet converſa, ſi nempe ſphæra illuminans ſtatuatur minor, & opaca major, pars majoris illuminata minor erit hemiſphærio, & illuminans major.

COROLLARIUM II.

Linea connectens centra ſphærarum tranſit per polos ſegmentorum illuminantis & illuminati.

COROLLARIUM III.

Sol majus ſegmentum hemiſphærio, tam in luna quam in terra illuminat.

COROLLARIUM IV.

Pars non illuminata ſphæræ minoris opacæ ſimilis eſt parti illuminanti ſphæræ majoris lucidæ: cum enim lineæ AD, BE ſint parallelæ, anguli IBE, KAD æquales erunt, & arcus KD, IE ſimiles, & conſequenter ſegmenta quæ per circumvolutionem generantur ſimilia.

PROPOSITIO XXV.

Theorema.

Sphæra luminoſa major, opacæ minori propior, majorem eius partem illuminat, quam ſi remotior eſſet.

Supponatur ſphæra luminoſa major, cujus centrum erat A, acceſſiſſe ad minorem, ita ut illius ſit centrum N, dico ejuſmodi ſphæram majorem in N poſitam, majorem partem ſphæræ minoris illuminare, quàm ſi eſſet in A. Factâ enim eadem conſtructione, ſit N P illius diameter; ſitque N O æqualis ipſi AF aut BE; fiat ut OP ad ON, ſeu FD ad AF; ita NB ad BR, ſed ut FD ad AF, ita erat AB ad BC; igitur erit ut AB ad BC, ita NB ad BR. Sed N B minor eſt quam AB, igitur N R minor erit quam NC; ex puncto R ducatur tangens circulum SP in P, oſtendam ut priùs eandem tangere circulum I E.

Rurſus abſcindatur linea AV, æqualis lineæ RN, ducatur ex puncto V tangens circulum KD, quæ neque cadet in punctum D ne dentur duo anguli recti inæquales, neque ultra punctum D, ergo citra; ponatur cadere in punctum X, eritque arcus KX minor arcu KD. In triangulis VAX, RKP, rectangulis in X & P, (*per* 16.3.) cum reliqua RN, VA, item NP, AX ſint æqualia, reliqua æqualia erunt, (*per lemma* 2. *ante* 27.1. *Eucl.*) ergo anguli RKP, VAX æquales ſunt & conſequenter arcus SP, NX: ſed NX minor eſt quàm ND, ergo S P eodem minor erit. Sed I T arcus ſimilis eſt arcui S P, igitur in hoc ſecundo caſu arcus I T non illuminatus, minor erit: & conſequenter arcus GT reliquus ad ſemicirculum major, facta igitur circumvolutione arcus G T deſcribet ſegmentum illuminatum majus, quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM I.

In hoc ſecundo caſu pars ſphæræ majoris illuminans minor erit, oſtendimus enim arcum S P minorem eſſe.

COROLLARIUM II.

Si è contra ſtatuatur ſphæra minor eſſe illuminans, dum magis accedet ad majorem, minorem eius partem illuminabit; oſtendimus enim arcum SP minorem eſſe arcu KD. Pars verò ſphæræ minoris propioris illuminans major eſt; nam oſtendimus arcum GT majorem eſſe.

COROLLARIUM III.

Luna in plenilunio minus extenſivè illuminatur, quia magis diſtat à ſole, in novilunio autem major illius pars illuminatur, ſed cum averſa ſit à nobis non, videtur. *Cætera quæ ad illuminationem pertinent dicta ſunt cùm de illuminatione terræ, lunæ, veneris, cæterorumque aſtrorum.*

PROPOSITIO XXVI.

Theorema.

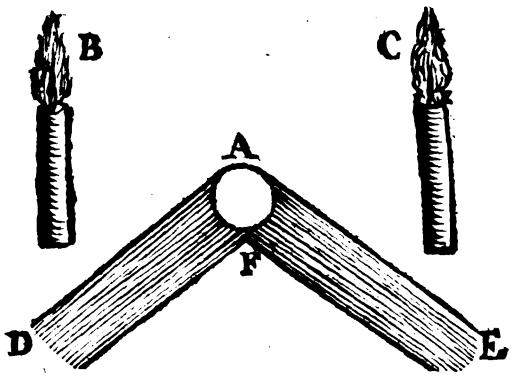
Tot ſunt umbræ ejuſdem corporis opaci quot lucida.

Hîc ſupponenda eſſent aliqua quaſi axiomata ſed ita ſunt clara ut ſufficiat indicare, nempe iſtud, umbram in directum projici, & in directum jacere cum radio qui à corpore opaco intercipitur, cùm enim lux per lineam rectam profundatur, totum illud ſpatium quod exorbitabit extra lineam à luminoſo per corpus opacum ductam illuminabitur, atque adeo umbra non erit. Cum ergo umbra ut ita dicam ſtringatur lumine in directum protenſo

Digitized by Google

protenſo eoque definiatur & terminetur, ipſam etiam in lineam rectam protendi neceſſe eſt.

Pariter quod puncti umbra ſit linea, quod umbra in adverſam luminis partem projiciatur.



Sit igitur corpus opacum A, dico tot eſſe umbras quot erunt luminoſa. Sint, verbi gratia, duo lucida B & C, à quibus ducantur lineæ per corpus opacum A, certùm eſt quod in ſpatio AD luminoſum C radiare non poterit, ſicut neque in ſpatium AE, corpus B; ergo in AE erit carentia luminis à B producendi, & in AD carentia luminis à lucido C producendi, cum nullum lucidum agat niſi per lineas rectas; in ſpatio autem AF, erit carentia utriuſque luminis; igitur ſpatia AD, AE, minùs illuminabuntur quam ſpatia vicina, & AF adhuc minus, ideoque nigrior umbra erit in AF quam in aliis, unde vides intendi poſſe umbram ſuo modo, intelligendo umbram intenſiorem quæ pluribus privat gradibus luminis.

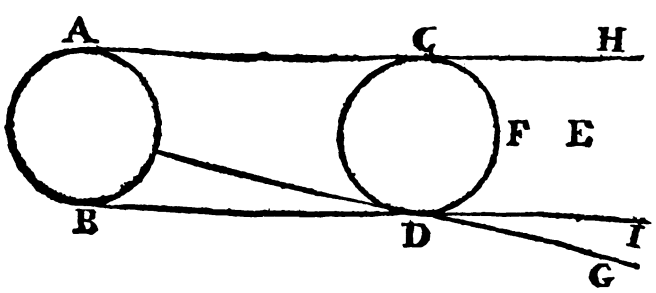
Non ſemper autem hæc umbra advertitur: ut ſi eſſent triginta luminaria, etiamſi ſingula ſuam umbram haberent, quia tamen ſingulæ umbræ ſunt defectus luminis à ſuo luminari prodeuntis, defectus autem vigeſimæ tantum partis luminis, non eſt aliquid notabile; ideo non adverterentur illæ umbræ.

COROLLARIUM.

Umbra multiplicata eſt intenſior, hoc eſt locus in quo concurrunt plures umbræ obſcurior eſt cæteris paribus, hoc eſt ſi medium recipiat lumen à decem lucidis, ibi major obſcuritas erit, ubi plures illorum luminarium umbræ concurrent.

PROPOSITIO XXVII.

Vmbra corpori opaco propinquior, ex accidenti poteſt fieri obſcurior, apparet tamen ſemper obſcurior.



Sit luminoſum AB, opacum CD, umbra F, E, dico aliquando ex accidenti umbram F eſſe nigriorem umbra E, quia cum partes non tantum lucidi AB, ſed etiam partes aëris circa A & B illuſtrentur, poterunt aliquid per reflexionem remittere verſus E, quod tamen intercipietur corpore opaco CD; multò magis ſi prope luminoſum A non tantum ſit aër, qui ob tenuitatem non multum luminis tranſmittere poteſt, ſed etiam alia corpora, præcipuè vero albi coloris: igitur in talibus caſibus verè & realiter erit major lux in E, quàm in F, & conſequenter major privatio in F quam in E.

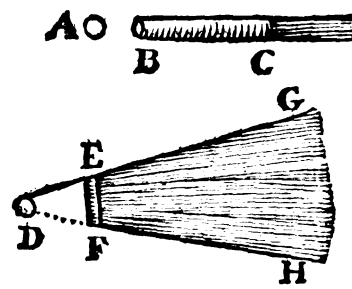
Ut plurimum tamen apparet umbra major in F, quàm in E, cum enim tenebræ comparatæ cum majori luce, magis appareant: & in G ſit major lux quam in I, eò quòd in majori diſtantia lucidum minus lumen producat; tum etiam quod prope G plures partes lucidi AB agant; quàm in puncto I, ut apparet: igitur umbra in F apparebit major quam in E, quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XXVIII.

Theorema.

Linea oppoſitæ directè lucido indiviſibili umbra eſt linea infinita: oblique erit ſuperficies etiam infinita, ſuperficiei directè oppoſitæ, umbra eſt ſuperficies item infinita, obliquè oppoſita eſt figura ſolida.

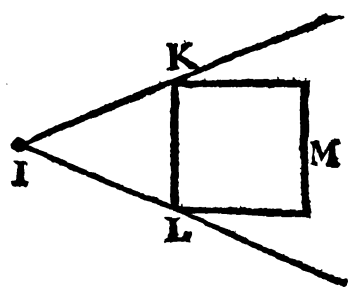
Hæc conſideratio lucidi ut indiviſibilis eſt utiliſſima ad ſolvendas cæteras propoſitiones, cum omne lucidum conſtet quaſi punctis. Sit igitur primò lucidum A, cui objiciatur linea BC directè,



ita ut producta attingat ipſum A, dico umbram illius fore lineam infinitam, quod clariſſimum & per ſe patet.

Secundò ſit luminoſum indiviſibile D, cui objiciatur linea EF, ſi ex E ducantur lineæ DEG, DFH, illæ determinabunt umbram lineæ DF; quia autem lineæ DE, DF nunquam concurrunt, ideo hæc umbra quaſi infinita eſt.

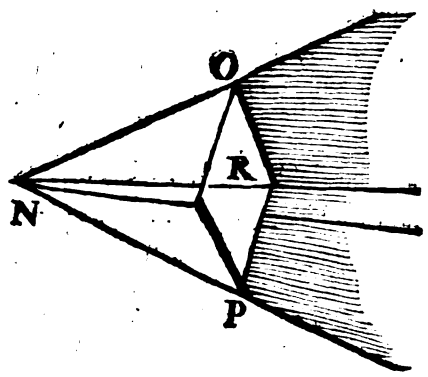
Tertiò ſit ſuperficies directè oppoſita luminoſo I, hoc eſt luminoſum I ſit in ſuperficie KLM



producta: dico hujus ſuperficiei umbram, fore ſuperficiem infinitam. Cum enim ex ſuppoſitione punctum I ſit in eadem ſuperficie KLM; lineæ radioſæ ab eo ad quodlibet punctum ſuperficiei KLM, in eadem ſuperficie erunt: ergo lineæ umbroſæ, quæ ipſis in directum jacent non egredientur

tur extra eandem ſuperficiem (*per* 11. 11.) igitur umbra continuabit eandem ſuperficiem.

Quartò ſit ſuperficies non directè oppoſita luminoſo indiviſibili, hoc eſt ita ut luminoſum N

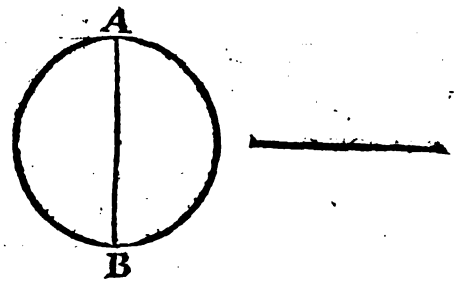


non ſit in ſuperficie opaca OP, dico umbram comprehendere ſolidum ſpatium, nam omnes lineæ ductæ ad diverſas partes ſuperficiei OP non ſunt in eodem plano; ſi enim eſſet in eodem plano, vel illud congrueret cum ſuperficie OP, quod eſt contra ſuppoſitionem, vel haberet communem ſectionem cum ſuperficie OP, quod fieri non poteſt, alioquin ſuperficies OP eſſet tantum unica linea: quare lineæ NO, NP, NR non ſunt in eadem ſuperficie, ergo productæ cum umbram conſtituant, umbra figuram ſolidam comprehendet.

COROLLARIUM.

Multò magis ſi corpus opponatur luminoſo etiam indiviſibili, umbra corpus erit.

Quod ſi lucido diviſibili hæc omnia opaca objiciantur; habebit quidem aliqua umbra partialis has proprietates, non tamen totalis; ut ſi luminoſo AB directè opponatur linea, etiam cum aliqua



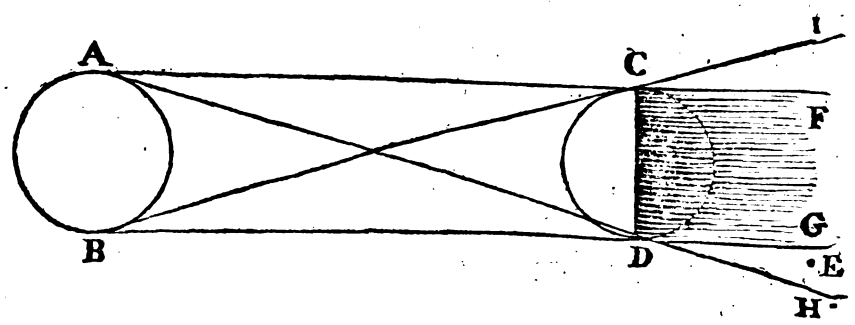
latitudine, tota illuminabitur, & nulla erit umbra totalis; quia quod non illuminatur ab una parte, ab aliâ illuminatur. Idem dicendum eſt de linea obliquè objecta, immò & de ſuperficie.

Quare in iſtis omnibus diſtinguenda eſt umbra totalis à partiali, voco umbram totalem carentiam omnis lucis à tali corpore lucido profectæ, umbram verò partialem, privationem aliquam lucis à tali lucido profectæ: erit umbra totalis in eo ſpatio ad quod à nulla parte lucidi duci poterit linea recta, partialis verò in illo è quo ad aliquam partem luminoſi duci non poterit recta linea.

PROPOSITIO XXIX.

Theorema.

Umbra totalis corporis Sphærici æqualis lucido Sphærico, non augetur.



Sit corpus opacum CD, cui ſit æquale lucidum AB, dico umbram totalem illius corporis non auctum iri, ſed parallelam procedere.

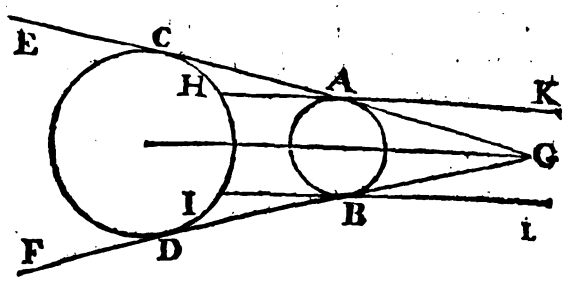
Demonſtratio. Nihil eſt umbra totalis, niſi quod comprehenditur tangentibus AC, BD; ſi enim aſſignatur extra illas parallelas punctum quodcumque E, duci poterit à puncto B ad illud linea recta, non impediente corpore opaco CD, ergo non erit in puncto E umbra totalis, ſed propoſitione 22, oſtendimus lineas AC, BD, parallelas eſſe; ergo etiam lineæ umbroſæ CF, BG illis in directum jacentes, erunt parallelæ, ſeu æquidiſtantes.

Dixi autem umbram totalem, nam ductis lineis CI, DH quidquid continetur inter lineas CF, CI, partialis eſt umbra, illuminaturque à parte tantum aliqua lucidi AB, ita ut prope lineam CF minùs illuminetur; ex quo fit ut umbra non ſit ita exacta, præcipuè in magna ab opaco diſtantia.

PROPOSITIO XXX.

Theorema.

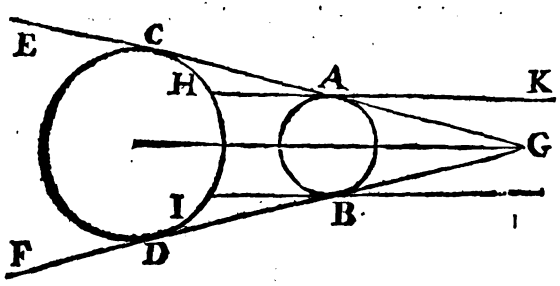
Opati Sphærici lucido Sphærico majoris umbra totalis ſemper creſcit, minoris ſemper minor evadit.



Sit primò lucidum AB minus opaco CD, dico umbram totalem ſemper majorem producendam.

Digitized by Google

Demonſtr. Oſtendimus propoſitione 23, tangentem utramque ſphæram, concurrere eum linea



connectente centra, & hoc ex parte minoris ſphæræ, ergo lineæ umbroſæ CE, DF, quæ cum tangentibus in directum jacent; ſemper à ſe invicem diſcedent, quod erat primum.

Si verò è contra, ſupponatur eſſe lucidum CD, & opacum AB, oſtendam pariter lineas umbroſas AG, BG, concurſuras in punctum G, in quo finietur umbra illa totalis.

Dixi pariter (*totalem*) nam umbra *partialis* nunquam finitur, ſi enim in corpore lucido CD, ſumatur aliqua pars HI, æqualis opaco AB, ita ut lineæ HAK, IBL, ſint parallelæ in toto ſpatio inter lineas AK, BL, erit umbra reſpectu partium HI.

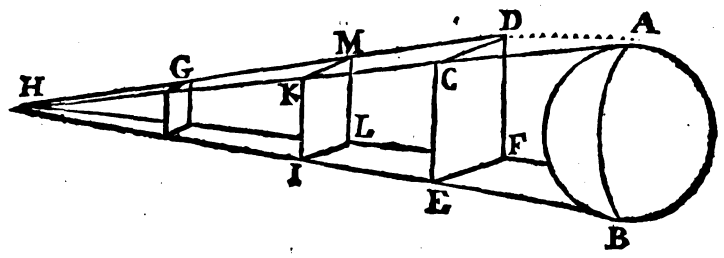
COROLLARIUM.

Sequitur ex hac, & (*ex 23. hujus*) ſi corpus opacum majus CD, vicinius fuerit corpori opaco minori, citius finietur umbra totalis, item umbras corporum à facibus accenſis productas fieri majores corporibus.

PROPOSITIO XXXI.

Theorema.

Umbra totalis ſuperficiei alicujus excepta plano ipſi parallelo, non eſt ſemper figuræ ſimilis.

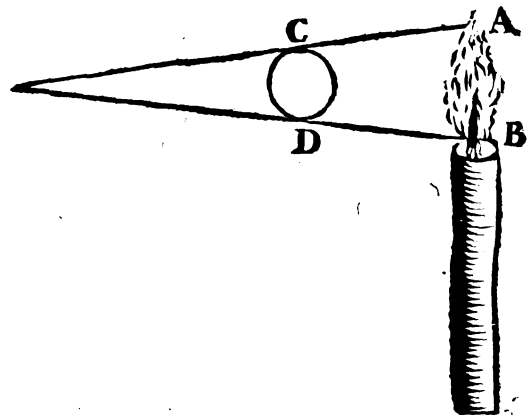


Sit ſol AB, & ſuperficies CDE, multò longior quam lata, hoc eſt ſit linea CD multò minor, quam CE, dico quod ſi umbra ejus excipiatur plano ipſi parallelo, figura umbræ non erit ipſi ſimilis.

Demonſtratio. Cum CD, ſupponatur minor quam CE, radii extremi ſolis, ſeu tangentes ductæ per C & D, citius unientur quam ductæ per C & E, quia habent rationem minoris magnitudinis. Uniantur ergo BD, AC, in G, ductæ verò per C & E, uniantur tantum in puncto H.

Démonſtratio. Cum ſuperficies CF, KL, ſupponantur parallelæ; erunt (*per 6. 11.*) lineæ KM, CD parallelæ; quare (*per 4. 6.*) erit ut GK ad KC, ita KM, ad CD; eſt autem major ratio HK, ad KC, quam GK ad KC; ut autem HK ad KC, ita KI ad CE; ergo major eſt ratio KI, ad CE, quàm KM ad CD, & permutando major erit KI, ad KM, quam CE ad CD, quod eſt figuras non eſſe proportionales; quod erat demonſtrandum.

Multò minus erit ſimilis, ſi ſit umbra lucidi non ſphærici, ut facis accenſæ cujus figura eſt pyramidalis. Sit enim figura flammæ AB, valdè longa, non multum lata; ita ut ſit longior diametro ſphæræ CD, ſed non æquè lata: decreſcet umbra



ſphæræ CD, in longum (*per 28. hujus*) & augebitur in latum, (*per 29.*) unde evaneſcet non in punctum ſed in lineam, idemque ſequetur quod modo probavimus de ſuperficiebus.

Multa alia de umbris quæri poſſent de quibus ſuis peculiaribus tractatibus, ut de horologiis, magnitudine umbrarum, ſicut dicemus de illuminatione terræ, de illuminatione lunæ, cometarum. Sed hæc ſuis locis, iſta in genere ſufficiant.

TRACTA

TRACTATUS XXI.

PERSPECTIVA

Seu de radio directo.

VAMVIS Perſpectiva, quæcumque ad oculum, & viſionem ſpectant, comprehendere videatur; uſus tamen invaluit, ut hæc appellatio illi tantum facultati tribuatur, quâ in tabellâ, ita objectorum imagines efformamus, ut ſimilem in oculo viſionem producant, quam ipſa objecta efformarent, ex quo fit ut pictura omnis ad perſpectivam pertineat.

Quia tamen in multis corporibus irregularibus, operoſum nimis eſſet, ex arte, & regulis procedere; ideò Perſpectiva paulò arctius ſumitur, feréque tota in delineandis iis corporibus verſatur, quæ rectis lineis conſtant, aut quæ ad illa poſſunt revocari.

Eam in plures libros partior. Primus fundamentalis erit, in quo poſt ſuppoſitiones factas, tribus Theorematibus principalibus, totum negotium abſolvam.

Secundus verſabitur circa planum præcipuè horizontale, & omnium corporum ichnographiam methodo perſpectivâ delineabit.

Tertius circa elevationes verſabitur.

Quartus circa puncta quæ dicuntur accidentalia.

Quintus de laquearibus, & fornicibus aget.

Sextus de compoſitione plurium tabellarum ſeparatarum, de reflexione & umbris aget.

Septimus inſtrumentum proponet ad praxim valde utile.

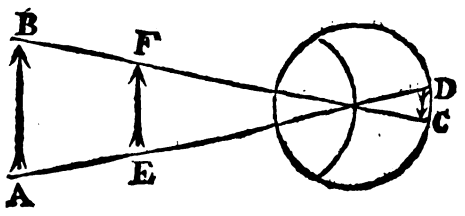
LIBER PRIMUS.

Fundamenta Perſpectivæ.

SVPPOSITIONES.

SUPPOSITIO I.

OCULUS unicus, de diſtantia non benè judicat, & ut plurimum adminiculo interjectorum corporum utitur, ex quorum comparatione ad diſtantiæ cognitionem venit. Ex quo fit ut facilè in errorem inducatur. Quare ſi objectum intelligatur ita ad oculum accidere, ut ſingulæ ejus partes in iiſdem lineis rectis permaneant, per quas in oculum radiabant, eodem modò videbitur objectum. Hoc eſt eandem aut ſimilem viſionem in oculo producet, quam antea cauſabat, ut autem meam mentem meliùs aperiam. Intelligatur objectum A B, ita in oculum radiare, ut per lineas A D, B C, quaſi per radios principales, & irrefractos, in oculi fundo, ſeu retina producat imaginem CD; accedat autem objectum AB, ita tamen ut ſingulæ ejus partes, maneant in ſuis radiis principalibus. Hoc eſt punctum A, maneat in linea A D & B, in lineâ B C, (quod ſine immihutione, aut contractione fieri non poteſt) aut loco objecti A B, in loco E F, ſubſtituatur aliud objectum ſimile, ſed paulò minus, ita ut ſingulæ unius partes, in alterius principalibus radiis ſta-

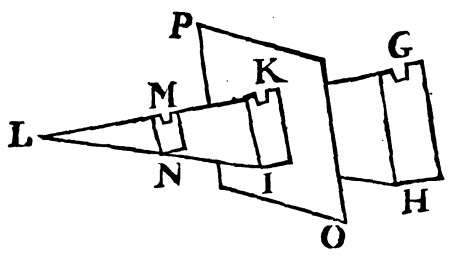


tuantur; aſſero æqualem, & ſimilem quo ad magnitudinem, imaginem CD, in utroque caſu producendam; licèt producatur ab objecto minore nempe E F. Quod ſi præter hanc diſpoſitionem adderentur tales colores objecto E F licet minori, ut eandem affectionem in oculo producerent, quam producunt colores corporis A B, objectum in EF, poſitum, videretur eodem modo, ac ſi eſſet objectum AB. Meliùs etiam deciperetur oculus, ſi hoc non tantum fieret in objecto AB, ſed etiam in

aliis vicinis, quæ oculus uno intuitu poteſt percipere.

Inde patet duas eſſe ex natura rei partes artis pictoriæ, prima quam hîc proriè tradimus, eſt ut ſingulæ partes picturæ per eaſdem lineas principales radient in oculum, per quas radiarent ipſamet objecta: ſic enim ſimilis imago producetur à pictura, quæ ab objecto in oculo cauſaretur. Secunda eſt ut colores eodem modo eum afficiant, quo colores objectorum. Ita imagines objectorum magis diſſitorum coloribus dilutioribus adumbramus, & præcipuas tantum eorum partes, diſtinguimus.

Ex his conſequenter concluditur, quod ſi inter objecta,& oculum interjiciatur tabella in qua notentur communes ejus cum radiis principalibus, ab objectis ad oculum productis ſectiones, ſequitur (inquam)communes illas tabellæ, & radiorum ſectiones in tabellâ notatas, ſimilem in oculo viſionem effecturas, quam ipſa objecta.



Sit verbi gratiâ objectum G H, oculus L, tabella interjecta P O, radietque objectum in oculum per radios G L, H L, & alios: ſintque communes eorum radiorum, & tabellæ PO ſectiones, imago KI, quæ eodem colore pingatur, quò objectum GH; aſſero imaginem KI, eandem, aut ſimilem in oculo L, viſionem cauſare,quam produceret objectum GH; cùm per eoſdem radios principales oculum afficiat.

Quare officium hujus artis in eo poſitum eſt, ut inquirat communes ſectiones tabellæ,& radiorum ab objectis in oculum emiſſorum,ſive illa tabella plana ſit, ſive convexa, parùm intereſt. Initio tamen & planam ſupponemus, & verticalem, niſi aliter moneamus.

Colliges ex eo quare tabella vocetur ſectio, ut pote quæ omnes radios ab objectis emiſſos ſecat, communemque eorum ſectionem, pro ipſis objectis ſubſtituit.

Idem etiam accideret ſi objectum ante tabellam ſubſtituatur, ut ſi objectum eſſet in MN,cum eâ tamen differentia, quòd in hoc ultimo caſu, imago ſit futura major objecto, in primo verò minor.

Sequitur item imaginem non poſſe, eamdem in oculo viſionem producere, niſi ex certo, & determinato loco. Unde in omni pictura certus eſt, & determinatus locus oculi,determinata ejus, à tabella diſtantia, alioquin diſtorta erit, & manca, nec niſi forſitan ex accidenti, poterit aliquid boni præſtare. Sed ſemper determinandus eſt locus è quo ſpectari debet tabella.

SUPPONO II.

Ea omnia quæ de viſione in genere ſatis fusè explicata ſunt, huic parti accommodari poſſe. Nam dum diximus verbi gratiâ, quæ majora ſunt cæteris paribus, ſub majori angulo videri, poteſt huic convenire; dicendo quæ majora ſunt,imaginem in ſectione majorem habere, quæ remotiora minorem in univerſum;ſi omnium objectorum imagines ſint in eadem plana ſuperficie, univerſaliter verum erit, ea habere in tabella majorem imaginem, quæ ſub angulis majoribus videntur. Multaque alia hujuſmodi, quæ non multum faciunt ad praxin,ideoque ea facilè prætereo.

SUPPONO III.

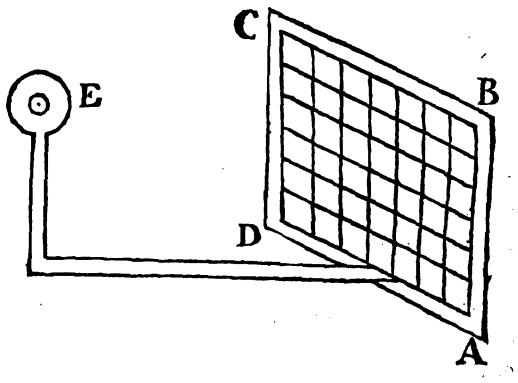
Unico tantum oculo ſpectandam eſſe tabellam; cum enim unius objecti unica debeat eſſe imago, imago autem in tabella ſit communis ſectio radiorum ab objecto ad oculum emiſſorum,ſi plures adhiberentur oculi, duplex ſectio radiorum in tabella notanda eſſet. Adde quod unicus tantum oculus faciliùs decipitur; in picturâ autem deceptio intenditur, nempe ut talis ſit imago,quæ pro objecto accipiatur.

DEFINITIONES.

DEFINITIO I.

TAbella quam alii ſectionem, alii verò vitrum appellant, eſt ſuperficies illa, quæ inter oculum & objectum intelligitur, & in quâ communes radiorum, ab objecto ad oculum prodeuntium, ſectiones delineamus. Dixi ſuperficiem quamcumque; licèt communiter intelligatur plana, niſi aliter moneamus; immò & verticalis, ſeu recta ad planum horizontale.

Ex hac definitione fluxerunt illæ praxes, quæ ſunt quidem communes, rectè tamen picturæ naturam explicant. Paretur quadratum AC, ex qua-



tuor regulis A B, B C, C D, D A, in quo tendantur fila, tam verticalia, quàm horizontalia, quæ quadratum A C, in quotcumque quadrata minora dividant; huic quadrato ſit annexa dioptra E, ſeu lamina perforatâ in puncto E, eique ita annectatur, ut firmiter adhæreat. Exponatur hoc quadratum ſuâ dioptrâ inſtructum, ita ut ex dioptra per illud perſpici poſſint objecta. Habeaturque tela aut charta, in totidem quadrata diviſa. Reſpice per dioptram E, ſingula objecta, & vide in quo quadrato ſingula videantur, eaque pinge in correſpondentibus quadratis, in charta ſeu tabula,notatis,eritque perfectum opus; totaleque objectum, cum ſuarum partium vera habitudine, adumbratum habebis, ſive quadrata in tela notata, ſint majora, minora, aut æqualia quadratis in AC notatis.

Nonnulli

Digitized by Google

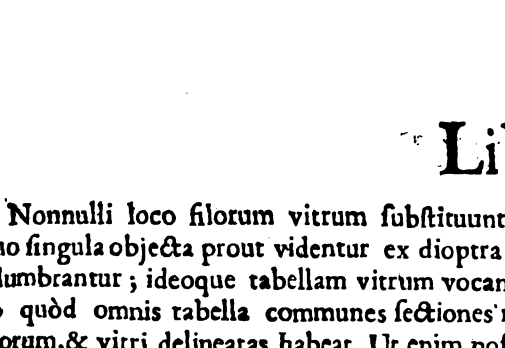
Nonnulli loco filorum vitrum ſubſtituunt in quo ſingula objecta prout videntur ex dioptra E, adumbrantur; ideoque tabellam vitrum vocant; eò quòd omnis tabella communes ſectiones radiorum,& vitri delineatas habeat. Ut enim poſſit cognoſci locus ille in quo radius, ab objecto ad oculum emiſſus, tabellam ſecat debet tabella eſſe diaphana, unde alii loco vitri,velo tenui utuntur.

Alii etiam vitrum concavum adhibent in quo cum objecta multò minora appareant, faciliùs delineantur.

Ex hac item definitione fluxerunt alia inſtrumenta nempe illa in quibus ſupponuntur duæ tabellæ, una inferior in qua notantur objectorum imagines, alia ſuperior diaphana; ita autem moventur duæ cuſpides, ut quem locum ſuperior in tabellâ diaphana obtinet, eundem aut ſimilem, inferior in ſua deſignet. Sunt alia multa ejuſdem rationis, quæ per ſe ſatis intelliguntur,& quæ inferius tradam.

Secunda. Linea terræ eſt communis ſectio tabellæ, & plani horizontalis, cui inſidere intelligitur; talis eſt linea DC, communis ſectio tabellæ AC, & plani horixontalis KN, ſeu eſt linea infima tabellæ.Unica autem communiter aſſignatur, licèt ut in decurſu patebit, quam plurimæ fingi poſſint, prout plurima plana horizontalia, ſibi invicem ſuppoſita fingi poſſunt.

Tertia. Punctum principale, ſeu punctum viſûs, eſt punctum tabellæ, in quod cadit perpendicularis, ducta ab oculo ad tabellam, ut poſito



oculo in H, ductâque ad planum tabellæ perpendiculari HG, punctum G, erit punctum principale, ſeu punctum viſûs.

Quarta. Linea horizontalis, eſt linea horizonti parallela, per punctum principale tranſiens, & conſequenter æquidiſtans lineæ terræ: talis eſt linea EF, dicitur præcipuè horizontalis, quia eſt in horizonte oculi reſpicientis tabellam.

Quinta. Linea diſtantiæ, eſt diſtantia oculi à tabella, cum autem omnis diſtantia penes perpendicularem ſit deſumenda, erit linea diſtantiæ HG.

Sexta. Puncta diſtantiæ, ſunt puncta in linea horizontali, aut alia quâcumque aſſumpta, quæ tantùm à puncto viſûs, quantùm oculus diſtant. Tale eſt punctum F, poſito quod lineæ HG, FG ſint æquales; hinc inde in linea horizontali duo ſignantur puncta diſtantiæ, quæ etiam in alias lineas ſi opus ſit transferuntur, ut dicemus.

Septima. Linea principalis, eſt perpendicularis ad horizontalem, per punctum principale ducta, ut linea PO, dividens dextra à ſiniſtris.

Octava. Radius eſt linea ducta ad punctum principale, ut XG, quotieſcumque nempe repræſentat lineam objectivam horizontalem.

Nona. Linea objectiva, eſt linea quæcumque in objecto, cujus repræſentatio quæritur in tabella, talis eſt linea XS, cujus repræſentatio in tabella erit linea XG.

Decima. Apparentia lineæ objectivæ, eſt ejus repræſentatio in tabella, ſeu communis ſectio tabellæ, & radiorum à linea objectiva ad oculum ductorum: ut ſi linea SV, ſit objectiva, à qua ad oculum H, ducantur radii SH, VH, quæ ſecent tabellam in linea XG; linea XG, erit apparentia lineæ SV. Poſſet item linea objectiva SV vocari Geometrica, & apparentia eius, linea projecta; ſeu linea perſpectiva.

Undecima. Planum objectivum, ſeu Geometricum, aut figura quæcumque Geometrica, eſt quodcumque planum, ſeu quæcumque figura pro ut eſt in ſe; in quâ ſcilicet obſervantur omnes dimenſiones eo modo, quo in ſe ſunt, talis eſt figura R.

Duodecima. Planum projectum, ſeu planum perſpectivum, eſt apparentia plani objectivi in tabella, ſeu communes ſectiones tabellæ, & radiorum à plano objectivo ad oculum ductorum; in quo ut plurimum accidit, ut non obſerventur omnes eius dimenſiones, ſed aliquæ fiant breviores, aliæ longiores; unde conſequenter diſtinguimus inter ichnographiam Geometricam, & apparentem, ſeu perſpectivam, hoc eſt projectam.

Decima tertia. Ichnographia Geometrica, eſt deſcriptio ſectionum alicujus corporis, cum plano horizontali cui inſiſtit, prout ſunt in ſe: ſeu eſt baſis, pro ut in ſe eſt, corporis cujuſcumque plano horizontali inſiſtentis: ſervatis nempè æqualiter omnibus, & ſingulis eius dimenſionibus, ut ſi cubus plano horizontali inſiſtat; ejus ichnographia, planta, baſis eſt quadratum. Si cylindrus ſtet rectus, eius baſis erit circulus. Et hoc Geometricum eſt, pertinet enim ad Geometriam, ſcire omnes, & ſingulas cujuſcumque corporis dimenſiones, ut ſi arcis alicujus ichnographiam deſcribimus, etiam in charta ſingulæ lineæ habent eandem in charta, quam in objecto proportionem.

Decima quarta. Ichnographia projecta, ſeu perſpectiva,eſt ichnographiæ Geometricæ repræſentatio in tabella, ſeu communes ſectiones tabellæ, & radiorum ab ichnographia Geometrica; ad oculum tranſmiſſorum. Ut ſi figura R,reſpiciatur ab oculo H, eius apparentia, ſeu repræſentatio, in tabellâ, erit figura T, ſi figura R, fueribaſis verbi gratia cubi, ſeu ichnographia Geometrica illius figura T, in tabella, erit ichnographia ejuſdem perſpectiva.

Decima quinta. Scenographia eſt deſcriptio radiorum verticaliter erectorum; quæ pariter, in Geometricam, & projectam dividi poteſt. Scenographia Geometrica erit; ſi intelligatur corpus aliquod ſecari plano verticali aliquo, communes ſectiones illius, & plani verticalis erunt ſcenographia Geometrica. Si verò communes ſectiones tabellæ, & radiorum ab hac ſcenographia Geometrica, ad oculum ductorum notentur; dicetur ſcenographia projecta, ſeu perſpectiva.

Erit autem perfectum opus ſi plures ejuſdem corporis ſuperficies in tabellam deſcribantur.

Decima ſexta. Hujus ergo ſcientiæ ſcopus eſt, communes ſectiones tabellæ, & radiorum ab objectis ad oculum ductorum in eadem tabellâ delineare. Quia autem ſolas corporum ſuperficies videmus,& ſuperficierum extrema ſunt lineæ;primò

Digitized by Google

aliquas propoſitiones circa linearum apparentiam proferemus, ex quibus tanquam ex principiis, alias innumeras deducemus, & hæc erit materia primi libri. In ſecundo plana horizontalia conſiderabimus; nam eodem modo procedendum eſt in hac materia ac in Architectonica, quæ à fundamentis incipit; ita etiam omnium corporum Ichnographiam Perſpectivè delineabimus. In Tertiò de elevationibus loquemur, hoc eſt, ædificii noſtri parietes excitabimus. In Quarto de corporibus variè inclinatis loquemur. In Quinto de Perſpectiva irregulari, atque ita cætera perſequemur.

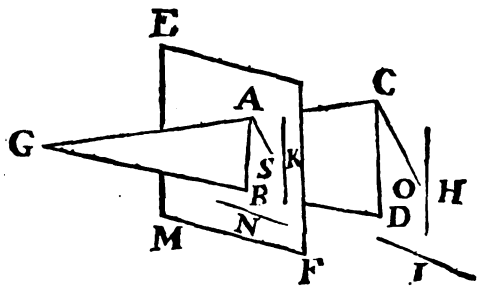
PROPOSITIO I.

Fundamentalis.

Theorema.

Apparentia linea objectivæ æquidiſtantis tabellæ, eſt eidem lineæ parallela.

Sit AB, apparentia lineæ CD, quæ ſit tabellæ æquidiſtans; hoc eſt quæ quantumlibet produ-



catur, nunquam tamen attingat tabellam E F, etiam productam, dico apparentiam AB eſſe lineam, parallelam lineæ CD. Sit oculus in puncto G, ex quo ad ſingula puncta lineæ CD, intelligantur duci lineæ GC, GD, & aliæ quotquot intermediæ.

Demonſtratio. Triangulum GCD, in uno eſt plano, (*per* 2.11.) in quo apparentia lineæ CD, debet neceſſariò eſſe, (*per* 10. *defin. hujus*) quare (*per* 3. 11.) AB, eſt linea recta, quod erat primum.

Lineæ autem AB, CD, ſunt in eodem plano trianguli ACD, & convenire non poſſunt. Cum enim AB, ſit in plano tabellæ, & (*per* 1.11.) ex eo non egrediatur, & ex ſuppoſitione linea CD, ſit æquidiſtans tabellæ, eamque attingere non poſſit, cum linea AB convenire non poteſt; quare (*per defin. parallelarum*) lineæ AB, CD, erunt parallelæ, quod erat demonſtrandum.

Ex hac propoſitione multa deduci poſſunt corollaria, quæ infra in numerum propoſitionum methodi gratiâ referam.

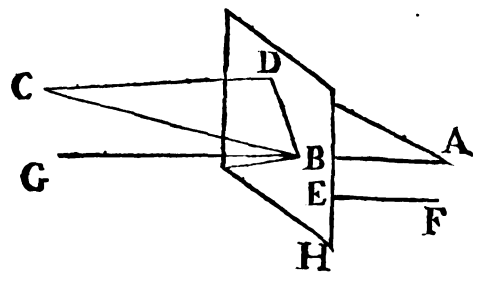
PROPOSITIO II.

Fundamentalis.

Theorema.

Si linea objectiva per oculum ducatur parallela, tabellam attingens in aliquo puncto; illius linea objectiva, apparentia producta per illud punctum tranſit.

Sit linea objectiva A B, cui per oculum C, ducta eſt parallela C D, tabellam attingens in puncto D, dico apparentiam lineæ A B, eſſe lineam, & productam tranſire per punctum D.



Demonſtratio. Cum lineæ A B, CD, ſint parallelæ, in eodem ſunt plano (*per defin. parall.*) ductique ex oculo C, ad omnia puncta lineæ AB radii, erunt in eodem plano, (*per* 2.11.) & (*per defin.* 10. *hujus*) apparentia lineæ AB, erit communis ſectio illius plani & tabellæ. Sed punctum D, eſt etiam in eodem plano, & in tabella, igitur punctum D, eſt in ea communi ſectione; ergo apparentia lineæ AB, producta tranſit per punctum D, quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM.

Si linea CD, ipſi AB parallela, tabellam attingat, ipſa quoque AB, producta tabellam attinget, niſi enim attingeret tabellam, illi eſſet parallela, & (*per primam hujus*) ejus apparentia BD, eidem eſſet parallela, & conſequenter CD, eidem BD parallela eſſet, quod eſt abſurdum, cum eam attingat in puncto D.

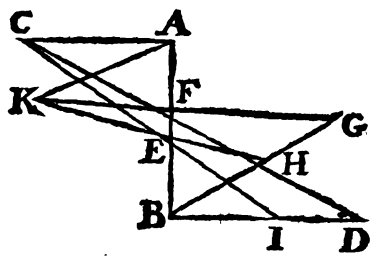
PROPOSITIO III.

Fundamentalis.

Theorema.

Si linea in parallelas incidens tranſverſis lineis, ab uno puncto unius parallelarum ad diviſiones alterius ductis, dividatur: ſimili modò dividetur, ſi duæ aliæ parallelæ per ejus extremitates ductæ, eaſdem habeant diviſiones.

Linea AB, incidat in parallelas AC, BD, dividaturque in punctis E & F, à lineis tranſverſis

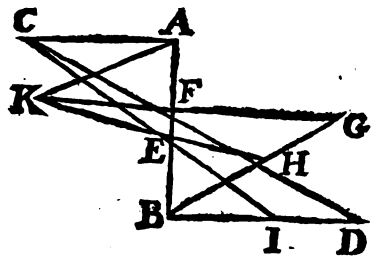


CD, CI, ductis à puncto C, unius parallelarum ad diviſiones I, & D alterius parallelarum, ducantur per puncta A & B, duæ aliæ parallelæ AK, BG; quarum AK, æqualis ſit lineæ AC, & BG, eaſdem habeat diviſiones quas habet linea BD, hoc eſt BD, BG, item BI, BH ſint æquales, dico lineam KG, tranſire per punctum F, & lineam KI, per punctum E.

Demonſtratio. Triangula CAF, FBD ſunt æquiangula, cum anguli CAF, ABD alterni, (*per* 27.1.) ſint æquales, & oppoſiti in F, ſint æquales (*per* 14.1.) quare (*per* 4.6.) erit CA & AK, illi æqua-

lis

lis ad AF, ſicut BD, aut BG, ad BF, pariter cum anguli KAF, FBG, alterni ſint æquales, & latera



proportionalia erunt (*per 6.6.*) triangula KAF, BFG æquiangula, igitur angulus BFG, æqualis erit angulo AFK, unde (*per 16.1.*) lineæ KF, FG, unam lineam efficient, ideoque linea KG, per punctum F tranſit.

Idem probabo de linea CI, quam dico tranſire per punctum E, igitur eodem modo dividitur linea AB, ſive utar parallelis AC, BD, ſive utar parallelis AK, BG, quod erat oſtendendum.

Propoſitio hæc vera eſt, ſive lineæ AC, AK, ſint in eodem plano ſive non ſint. Erit autem uſui ad determinandas longitudines apparentiarum, ut videbimus in uſu.

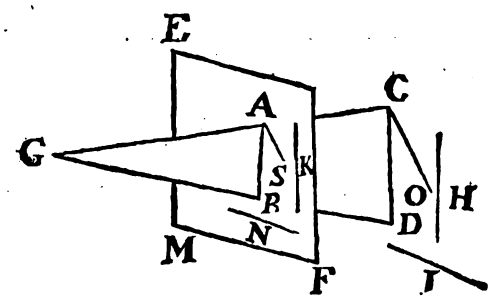
Ex his tribus propoſitionibus ferè omnia demonſtrantur, unde in decurſu hujus libri, propoſitiones afferam, quæ ex præcedentibus quaſi corollaria deduci poterant.

PROPOSITIO IV.

Theorema.

Si dentur duæ lineæ objectivæ, tabellæ æquidiſtantes, & inter ſe parallelæ; habebunt apparentias inter ſe parallelas, aut eandem.

Sint in figurâ propoſitionis primæ, duæ lineæ objectivæ CD, & H æquidiſtantes tabellæ, item



æquidiſtantes inter ſe, ſintque earum apparentiæ AB & K: dico AB & K, eſſe parallelas inter ſe.

Demonſtratio. Lineæ objectivæ CD & H ſunt parallelæ, ſed linea AB, (*per 1. hujus*) eſt parallela lineæ CD, ergo (*per 9.11.*) eſt parallela lineæ H: ſed lineæ H, pariter parallela eſt linea K, ergo (*per eandem 9.11.*) lineæ AB & K, apparentiæ linearum D & H, ſunt inter ſe parallelæ, quod erat demonſtrandum.

Poteſt tamen fieri, ut duæ lineæ objectivæ, tam tabellæ, quam inter ſe parallelæ, eandem habeant apparentiam, ſi nempè ſint in eodem plano trianguli cujus baſis ſit altera linea, & vertex oculus.

PROPOSITIO V.

Theorema.

Si linea objectivæ, fuerit parallela alteri lineæ in tabella ductæ, eius apparentia, eidem parallela erit.

Sit linea objectiva L parallela lineæ F M, in tabella ductæ, verbi gratia, lineæ tentæ, ſitque linea N apparentia lineæ L; dico lineam N, eſſe parallelam lineæ F M.

Demonſtratio. Cum (*per primam hujus*) lineæ L, & N ſint parallelæ, & ex ſuppoſitione lineæ L & N ſint etiam parallelæ; (*per 9.11.*) lineæ N, & F M erunt parallelæ, quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM.

Omnes lineæ horizontales objectivæ, æquidiſtantes tabellæ habent apparentias lineæ terræ parallelas, quia ipſæ ſunt æquidiſtantes lineæ terræ.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

Lineæ verticales objectivæ, habent apparentias in tabellâ verticales.

Sint quæcumque lineæ objectivæ verticales; dico illarum apparentias in tabella verticali, verticales eſſe.

Demonſtratio. Omnis linea verticalis, tabellæ verticali eſt parallela; igitur (*per primam hujus*) habet apparentiam ſibi parallelam; ſed linea parallela verticali, verticalis etiam eſt; ergo linea objectiva verticalis, habet apparentiam verticalem, quod erat oſtendendum.

PROPOSITIO VII.

Thoerema.

Linea objectiva tabellæ æquidiſtans, & ad verticalem inclinata, habet apparentiam ſimiliter ad verticalem inclinatam.

Sit linea objectiva C O, inclinata ad lineam CD verticalem, & æquidiſtans tabellæ: dico ejus apparentiam A S, eſſe ſimiliter ad verticalem A B inclinatam, ſeu angulos B A S, DCO eſſe æquales.

Demonſtratio. Linea CD, verticalis (*per præcedentem*) habet apparentiam verticalem, ergo & parallelam lineæ AB, ſi ipſa AB, non eſt illius apparentia, quare (*per 9.11.*) linea AB, eſt ipſi CD, parallela, ſed (*per primam hujus*) linea CO, eſt parallela ſuæ apparentiæ AS, igitur lineæ AB, CD, item CO, AS ſunt parallelæ, & angulos A & C comprehendunt; igitur (*per 10.11.*) anguli A, & C æquales erunt, quod erat oſtendendum.

PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

Quæcumque figuræ objectivæ, deſcriptæ in planis tabellæ parallelis, habent apparentias ſibi ſimiles.

Supponantur quæcumque figuræ objectivæ deſcriptæ in plano parallelo tabellæ, dico earum apparentias eſſe figuras omnino ſimiles.

Demonſtratio. Nam omnes lineæ in talibus planis ductæ (*per* 1. *hujus*) habent apparentias ſibi æquidiſtantes, & quæ (*per* 10.11.) comprehendunt angulos æquales; & perfectis triangulis (*per* 6.6.)triangula erunt proportionalia, & figuræ omninò ſimiles; quod erat oſtendendum.

COROLLARIUM.

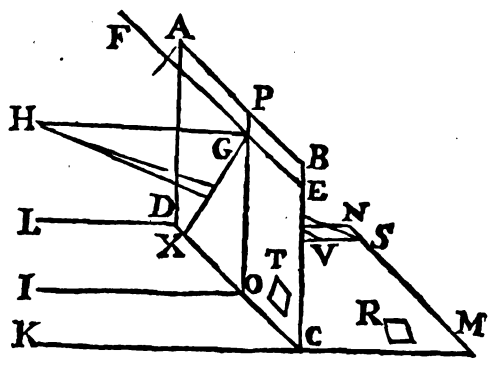
Circulus cujus planum eſt tabellæ parallelum, habet pro apparentia circulum quadratum ſimiliter pro apparentia quadratum, & ita de reliquis.

PROPOSITIO IX.

Theorema.

Linea objectiva in plano, ſecante tabellam ducta; & communi ſectioni parallela, apparentiam habet eidem communi ſectioni parallelam.

Sit in figura definitionum linea objectiva NM, ducta in plano C N, tabellam ſecante, & ſit parallela communi ſectioni C D, dico apparentiam lineæ NM, eidem CD, parallelam eſſe.



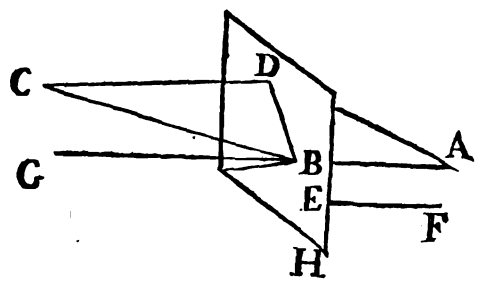
Demonſtratio. Linea NM, quantumvis producatur nunquam attinget tabellam. Eam enim attingere non poteſt, niſi in aliquo puncto quod pertineat ad planum CN, in quo ducta eſt; planum autem C N, nihil habet commune cum tabellâ, niſi communem ſectionem CD. Non poteſt autem convenire cum CD, quia ipſi ſupponitur parallela, igitur parallela eſt tabellæ, quare apparentia ejus (*per* 1. *hujus*) eidem erit parallela. Sed C D, ſupponitur eidem parallela; ergo (*per* 9.11.) apparentia lineæ NM, lineæ CD parallela erit, quod erat oſtendendum.

PROPOSITIO X.

Theorema.

Lineæ objectivæ, parallelæ inter ſe, & non parallelæ tabellæ, habent apparentias, in eodem tabellæ puncto concurrentes.

Sint in figurâ propoſitionis ſecundæ, duæ lineæ AB, EF, parallelæ inter ſe, non tamen æquidiſtantes tabellæ, dico earum apparentias in eodem puncto tabellæ convenire, ita ut ſi plures eſſent



hoc modo inter ſe parallelæ, omnium apparentiæ, in eodem tabellæ puncto convenirent; nam uni earum, nempè AB, per oculum C, ducatur parallela C D.

Demonſtratio. Linea C D tabellam attinget in aliquo puncto, ſi enim producta non attingeret tabellam, tabellæ eſſet æquidiſtans, & conſequenter linea A B, eidem tabellæ æquidiſtans eſſet, contra ſuppoſitionem. Attingat igitur tabellam in puncto D; cum linea CD ſit parallela lineæ AB, & AB, EF, ſupponantur parallelæ, erunt (*per* 9.11.) CD, EF parallelæ, unde (*per* 2.*hujus*) lineæ AB, E F; habebunt apparentias per punctum D tranſeuntes; quod erat oſtendendum.

COROLLARIUM.

Notandum tamen, fieri poſſe, ut lineæ AB, EF, eandem habeant apparentiam, ſi nempè ſint in eodem plano per oculum ducto. Et hoc ſæpè accidit, nam omnes lineæ ductæ in plano per oculum ducto, eandem habent apparentiam.

PROPOSITIO XI.

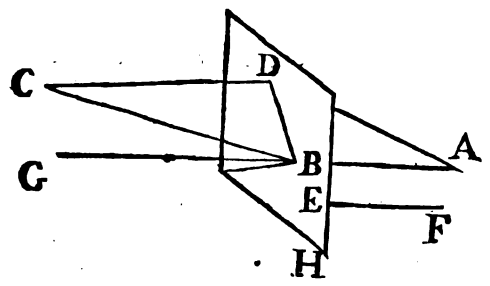
Theorema.

Apparentia lineæ infinitæ finita eſt, & apparentia lineæ finitæ, infinita eſt.

Sit in figura propoſitionis ſecundæ, linea BA, quæ producatur quantum libuerit versùs partes A, ita ut ſit linea BA, major, & major in infinitum; dico illius apparentiam BD finitam eſſe. Hoc eſt ſumatur in linea B A, punctum quantumlibet remotum à puncto B, ad quod ex oculo C, intelligatur duci linea recta, hæc cadet infra punctum D: ergo apparentia totius lineæ quantumlibet magnæ, incipiendo à puncto B, minor erit lineâ BD, quod erat primum.

Producatur deinde linea AB, ita ut tabellam pervadat,

pervadat, ſitque linea B G, æqualis lineæ C D, dico apparentiam lineæ BG eſſe infinitam, hoc eſt



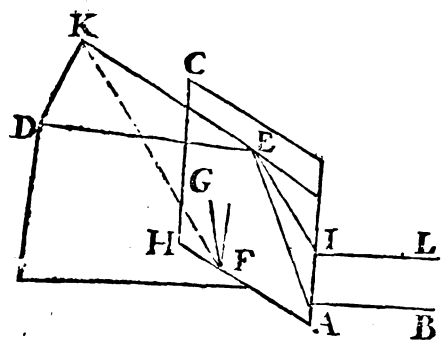
quantumlibet producatur linea DB, verſus partes H, licèt ſemper inveniatur apparentia partis majoris, & majoris lineæ BG, nunquam tamen poſſe inveniri apparentiam totius lineæ BG. Nam ſi ducatur ex puncto, C linea ad eius apparentiam BH, quantumlibet productam, nunquam tamen invenietur apparentia puncti G, quia linea C G eſt parallela lineæ B H. Poterit tamen magis ac magis accedere ad apparentiam puncti G.

PROPOSITIO XII.

Theorema.

Apparentia cujuſcumque lineæ objectivæ ad tabellam rectæ, tranſit per punctum viſûs; ſeu per punctum principale.

Sit linea objectiva AB, recta ad tabellam AC, ſitque oculus D, punctum principale E, dico apparentiam lineæ AB, tranſire per punctum E.



Demonſtratio. (*Per definitionem 3. hujus*) linea DE, perpendicularis eſt ad tabellam AC, perpendicularis item eſt ad eamdem tabellam linea AB, ex ſuppoſitione, quare (*per 6.11.*) lineæ DE, AB ſunt parallelæ; quare (*per 2. hujus*) apparentia lineæ AB, tranſit per punctum E; quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM.

Vocentur hujuſmodi apparentiæ radii, Gallicè vocantur *lignes fuyantes*, quod intra tabellam immergi, & quaſi fugere videantur.

PROPOSITIO XIII.

Theorema.

Apparentia lineæ objectivæ horizontalis, cum lineâ terræ, aut aliâ ipſi parallelâ angulum ſemirectum comprehendentis, per punctum diſtantiæ tranſit.

Sit linea quæcumque FG objectiva, & in plano horizontali ducta, unde cogitanda eſt, poſte tabellam duci, quæ faciat cum linea terræ F H, angulum graduum 45, aut cum alia linea parallela lineæ terræ, hoc eſt angulus GFH ſit ſemirectus, ſitque K, punctum diſtantiæ in horizontali linea notatum, hoc eſt ſint lineæ DE, EK æquales, dico apparentiam lineæ objectivæ FG, tranſire per punctum K & eſſe verbi gratia lineam FK.

Demonſtratio. Ducatur linea F G, parallela DK; cum autem linea FG ſit æquidiſtans horizonti, linea DK erit æquidiſtans horizonti: quare linea DK attinget tabellam, cum linea FG eam attingat, item attinget eam in communi ſectione plani horizontalis per oculum D ducti; igitur punctum K eſt punctum lineæ horizontalis EK. Cum ergo lineæ HF, KE, item lineæ DK, FG ſint parallelæ, erunt (*per 10.11.*) anguli DKE, HFG æquales, ſed angulus HFG, ſupponitur ſemirectus, igitur angulus DKE ſemirectus erit. Sed angulus DEK rectus eſt, (licèt id figura non ſatis offendat) eo quod linea DE ſupponatur ad tabellam AC recta; igitur angulus KDE ſemirectus eſt: quare (*per 6.1.*) latera DE, KE ſunt æqualia, & (*per def. 6. hujus*) punctum K, eſt punctum diſtantiæ, ſed (*per 2. hujus*) apparentia lineæ FG, tranſit per punctum K: igitur tranſit per punctum diſtantiæ, quod erat oſtendendum.

COROLLARIUM.

Diagonales omnes quadratorum objectivorum, in plano horizontali deſcriptorum, quorum unum latus parallelum eſt lineæ terræ, habent apparentias per puncta diſtantiæ tranſeuntes, diagonalis enim quadrati, angulum ſemirectum cum latere comprehendit, propter æqualitatem laterum. Supponitur autem latus parallelum lineæ terræ, quare per iſtam propoſitionem, eius apparentia tranſit per punctum diſtantiæ.

PROPOSITIO XIV.

Theorema.

Lineæ objectivæ horizontales, inter ſe parallelæ, & non parallelæ tabellæ, habent apparentias concurrentes in eodem puncto lineæ horizontalis.

Sint duæ lineæ objectivæ AB, IL, non æquidiſtantes tabellæ; ſed parallelæ inter ſe; dico illarum apparentias concurrere in aliquo puncto lineæ horizontalis. Ex oculo D, uni earum nempè lineæ AB, ducatur parallela DE.

Demonſtratio. Linea AB, ex ſuppoſitione eſt horizontalis, ſeu æquidiſtans horizonti, ergo linea D E erit etiam in plano horizontali, nempe in eo in quo eſt oculus, cum per oculum ducatur; cujus plani communis ſectio cum tabellâ eſt linea horizontalis EK, igitur punctum E erit in linea horizontali; ſed cum linea DE, ſit parallela lineæ AB, & AB ſit parallela lineæ IL; erunt lineæ IL, & DE parallelæ: igitur (*per 2. hujus*) apparentiæ linearum AB, IL, concurrent in puncto E, quod erat demonſtrandum.

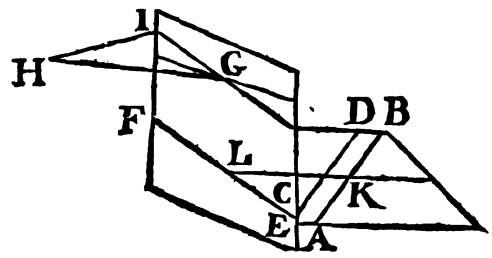
Digitized by Google

PROPOSITIO XV.

Theorema.

Lineæ objectivæ non æquidiſtantes tabellæ & parallelæ inter ſe, ductæ in plano ad tabellam recto, habent apparentias concurrentes in aliquo puncto lineæ ductæ per punctum principale, & parallelæ communi ſectioni plani, & tabellæ.

Sint duæ lineæ objectivæ in plano ad tabellam recto, nempè AB, CD, quæ ſint inter ſe pa-



rallelæ; planum autem illud poteſt eſſe horizontale, verticale aut quodcumque aliud. Ponamus planum inclinatum ad horizontem cujus communis ſectio cum tabella ſit E F, non parallela lineæ horizontali, aut lineæ terræ.

Sit punctum principale G, oculus H, ex quo ducatur linea HI parallela lineis objectivis AB, CD, atque adeo (*per 2. hujus*) apparentiæ linearum AB, CD concurrent in puncto I. Ducatur linea I G; hanc aſſero eſſe parallelam lineæ E F, communi ſectioni tabellæ & plani A B, ducatur ab oculo H ad punctum principale linea HG, quæ (*per def. 3. hujus*) erit recta ad tabellam, ex puncto K lineæ AB, ducatur perpendicularis ad communem ſectionem FE, ſitque KL quæ (*per 3. def. 11.*) recta erit ad tabellam, & (*per 6. 11.*) parallela eſt lineæ HG.

Demonſtratio. Lineæ HG, LK, item AK HI ſunt parallelæ, ergo (*per 15. 11.*) plana per ipſas ducta ſunt parallela; quorum communes ſectiones FE, IG (*per 16. 11.*) erunt parallelæ, quod erat demonſtrandum.

Hæc propoſitio eſt utiliſſima ad operandum in planis ad tabellam rectis, ſed tamen inclinatis ad horizontem.

PROPOSITIO XVI.

Theorema.

Circa omne planum objectivum ad tabellam rectum, eodem modo operandum eſt ac circa horizontale.

Sit planum A B inclinatum quidem ad horizontem; ſed rectum ad tabellam: dico eodem modo in eo operandum eſſe, ac in plano horizontali. Quod enim pes reſpicientis inſiſtat alicui plano, aut non inſiſtat, ſi cætera eodem modo perſeverent, hoc non immutat oculi ad tabellam, aut planum, reſpectum; igitur mutare non poteſt ullam apparentiam. Alia tamen linea quaſi horizontalis ducenda eſt per punctum principale, quæ ſit parallela communi ſectioni tabellæ, & plani prædicti. Ut in allato ſuperiùs exemplo linea I G vicem obibit horizontalis lineæ, & in ea notabuntur puncta diſtantiæ, & cætera quæ in praxibus docebimus.

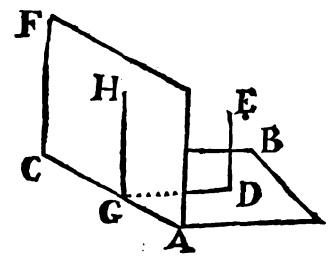
PROPOSITIO XVII.

Theorema.

Lineæ objectivæ perpendiculariter inſiſtentes plano objectivo ad tabellam recto, habebunt apparentias perpendiculares ad communem ſectionem plani & tabellæ.

Sit planum objectivum AB ad tabellam rectum, & cujus cum tabella communis ſectio AC, cui plano A B inſiſtat perpendiculariter linea DE, dico eius apparentiam perpendicularem eſſe ad lineam AC.

Demonſtratio. Linea DE, eſt parallela tabellæ; nam ex puncto D, ad communem ſectionem AC ducatur perpendicularis DG; & cum plana ſint ad invicem recta, (*per def. 3. 11.*) erit recta ad planum AF. Conveniat ergo DE ſi poteſt cum ta-

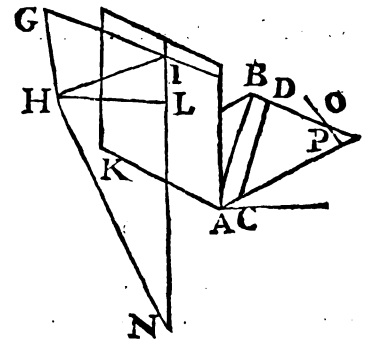


bella in puncto H, ducta HG, eſſent anguli HGD, EDG (*per 4. def. 11.*) recti in triangulo HDG, quod eſt impoſſibile, igitur D E non concurrit cum tabella, ſed illi parallela eſt; quare (*per 1. hujus*) habet apparentiam ſibi parallelam, ergo (*per 8. 11.*) illa erit ad planum AB recta, & (*per 3. def. 11.*) perpendicularis ad communem ſectionem AC; quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XVIII.

Theorema.

Duæ lineæ objectivæ, non æquidiſtantes tabellæ, & parallelæ inter ſe, in plano ad tabellam inclinato ductæ; habent apparentias convenientes in aliquo puncto, communis ſectionis tabellæ, & plani per oculum ducti, quod ſit parallelum plano linearum.



Sint duæ lineæ AB, CD objectivæ, parallelæ inter ſe, non æquidiſtantes tabellæ, ductæ in plano AB inclinato ad tabellam, dico earum apparentiam

parentias convenire in puncto G, quod erit in communi sectione tabellæ, & plani G H I, per oculum H ducti & paralleli plano A B. Ducatur enim linea HG, per oculum, quæ sit parallela lineis ABCD. Sitque GI parallela, lineæ AK communi sectioni plani A B, & tabellæ, jungaturque linea H I.

Demonstratio. Cum lineæ AB,HG, sint parallelæ, item G I, A K, erunt plana per ipsas ducta parallela: quare planum trianguli G H I est parallelum plano A B, cujus communis sectio est G I, sed (*per 2.hujus*) apparentiæ linearum A B, CD concurrunt in punctum G; igitur apparentiæ linearum AB, CD concurrunt in puncto aliquo communis sectionis, plani per oculum H ducti, & paralleli plano A B: quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM I.

Punctum principale, non est in linea GI; sit enim si fieri potest punctum I; igitur linea H I erit recta ad tabellam (*per 3. def.hujus*) quare (*per* 18. 11.) planum H G I per illam ductum, rectum erit ad tabellam, & consequenter planum A B ipsi parallelum ad eandem tabellam rectum erit,contra suppositionem. Sit igitur punctum I, punctum principale, à quo ad GI ducatur perpendicularis L I.

COROLLARIUM II.

Si lineæ A B C D, fuissent perpendiculares ad communem sectionem A B, earum apparentiæ concurrissent in puncto I. Nam cum linea H L sit recta ad tabellam (*per* 18.11.) planum trianguli H I L ad eandem rectum erit, ad cujus communem sect onem I L, cum excitata sit perpendicularis G I, (*per def.*3.11.) hæc erit recta ad planum trianguli LHI: quare (*per def.*4.11.) perpendicularis est ad lineam H I. Igitur angulus H I G rectus est; sed linea G I parallela est lineæ A K; unde non poterit alia duci, linea ab oculo H quæ sit parallela lineæ AB quàm HI: igitur apparentia linearum AB, CD transit per I.

COROLLARIUM III.

Angulus H I L est angulus inclinationis plani G H I, cum tabella (*per def.*6. 11.) ergo æqualis angulo inclinationis plani A B, cum eadem tabella, cum plana sint parallela.

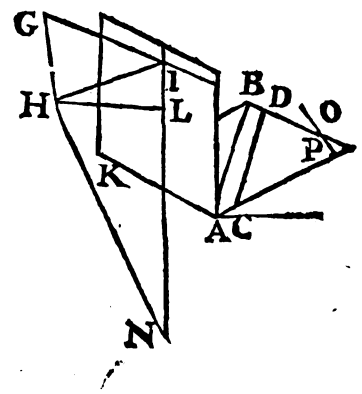
Ex hac propositione in praxibus, quæremus apparentias linearum quomodocumque inclinatarum.

PROPOSITIO XIX.

Theorema.

Linea objectiva perpendiculariter insistens plano ad tabellam inclinato, habet apparentiam concurrentem, cum perpendiculari ducta à puncto principali ad communem tabellæ, & plani inclinati sectionem, & in punctum illius in quod cadit linea per oculum ducta, & perpendicularis ad planum parallelum.

Sit in superiori figura linea objectiva PO, perpendiculariter insistens plano A B ad tabellam inclinato; sitque communis sectio A K ad quam



ex puncto principali cadat perpendicularis L N, & per oculum H intelligatur duci planum H I G parallelum plano AB; sitque communis sectio illius cum tabella linea G I, factaque eadem constructione erit HI,perpendicularis ad GI. Ducatur per H linea H N perpendicularis ad H I, & conveniens cum linea HN in puncto N; dico lineam HN, esse rectam ad planum GHI, & apparentiam lineæ PO transire per punctum N.

Demonstratio. Linea GI, in priori demonstratione ostensa est recta ad planum trianguli I H L, quod idem est cum plano IHN; ergo (*per* 18.11.) planum G H I, per ipsam ductum rectum est ad planum L H N. Ducta autem est linea H N perpendicularis ad communem sectionem H I, igitur (*per tertiam def.*11.) recta est ad planum G H I, & consequenter ad planum ipsi parallelum AB, si produceretur. Quare (*per 6.* 11.) lineæ PO, HN, sunt parallelæ: igitur (*per 2.hujus*) apparentia lineæ PO, transit per punctum N; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Ex his patet modus operandi quotiescumque tabella est inclinata. Si enim supponatur, planum A B horizontale, & tabella inclinata, planum horizontale per oculum ductum non transit per punctum principale L. Sed erit planum G I H, utique parallelum horizontali AB. Omnes linearum verticalium nempe parallelarum lineæ P O, apparentiæ concurrent in puncto N, omnes lineæ horizontales ad lineam terræ AK perpendiculares, habebunt apparentias concurrentes in puncto I, parallelæ lineæ terræ habebunt apparentias eidem parallelas. Distantia oculi, erit HI, &c.

PROPOSITIO XX.

Theorema.

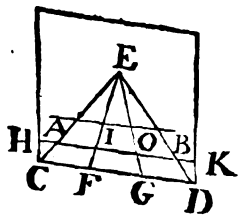
Ad divisionem apparentiæ linea quæ pro objectivâ substituitur, eandem habeat habitudinem ad ipsam quam objectiva.

Non sufficit ad praxes hujus scientiæ perficiendas, linearum tantum apparentias ducere, sed sæpe requiritur, ex apparentia data, abscindere apparentiam certæ & determinatæ magnitudinis: cui usui maximè inservit tertia propositio. Linea autem dividenda,vel est apparentia lineæ æquidistantis

Digitized by Google

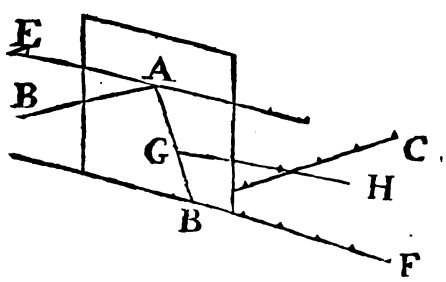
ſtantis tabellæ ; vel apparentia lineæ, quæ non ſit æquidiſtans tabellæ. Si primum, aſſumenda eſt in tabella linea aliqua, quæ ſit objectiva, parallela lineæ dividendæ, & quæ in partes quaſcumque dividatur ; ſi per eas diviſiones ducas apparentias linearum parallelarum diviſeris eam lineam in apparentias linearum æqualium.

Sit verbi gratiâ linea AB dividenda, quæ ſupponatur eſſe parallela lineæ terræ. Sed tamen ita



ut ſit in plano aliquo horizontali, cujus linea CD, eſt non tantum perſpectiva, ſed etiam objectiva. Hoc eſt AB linea poteſt eſſe apparentia multarum linearum horizontalium. Intelligatur ergo eſſe in plano horizontali, quod ſecat tabellam in CD, linea CD eſt imago ſuipſius nec poteſt aliam habere ſui imaginem : cum igitur CD ſit etiam linea objectiva, ea erit quaſi radicalis ſcala, ſeu menſura lineæ AB. Dividatur ergo CD, ut libuerit & per diviſiones ducantur lineæ ad punctum principale E ; dico AB diviſam eſſe in apparentias linearum æqualium ſegmentis lineæ CD. Cum enim radii ſint apparentiæ linearum parallelarum inter ſe, ſpatia AI, IO, OB, erunt apparentiæ linearum æqualium lineis CF, FG, GD; aliter dividenda eſſet AB, ſi intelligetetur eſſe in plano horizontali, cujus communis ſectio cum tabella eſſet HK, tunc enim radicalis ſcala, in qua diviſiones eſſent faciendæ, eſſet linea HK. Hoc ſi adhuc minus bene intelligatur, ſufficiat ſcire lineam qua utimur ad diviſionem alicujus apparentiæ, debere eſſe aliquam lineam communsm objecto & tabellæ.

Sit pariter dividendus radius AG repræſentans



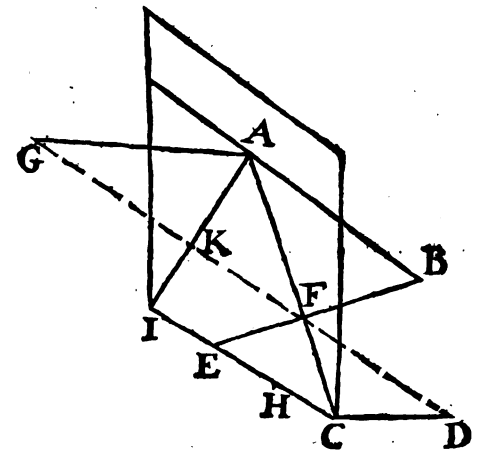
lineam objectivam BC, ſitque oculus in B. Ex natura rei dividenda eſſet linea objectiva BC incipiendo à puncto B, communi lineæ objectivæ, & ejus apparentiæ, & ex oculo ducendæ lineæ occultæ ad diviſiones lineæ BC. Si loco lineæ objectivæ BC, uti velis lineâ alia BF, & linea EA ipſi parallela, ut docet propoſitio tertia, linea BC poni debet in puncto B quod diximus eſſe commune lineæ objectivæ & ejus apparentiæ; ſi enim uti velles linea GH, attingente lineam dividendam in alio puncto quam B, non deberes transferre diviſiones eaſdem, quæ in lineâ BC inveniuntur, ſed alias minores. Intendo igitur in hac propoſitione indicare, radicalem lineam diviſionum debere eſſe lineam aliquam, aut quæ ipſa objectiva ſit, aut quæ attingat lineam dividendam in puncto communi lineæ dividendæ, & objectivæ.

PROPOSITIO XXI.

Theorema.

Linea ducta ad punctum diſtantia, abſcindit in radio, apparentiam lineæ æqualis ſegmento lineæ terræ, intercepto inter ipſam & radium.

Sit punctum principale A, punctum diſtantiæ B, ſitque radius CA apparentia lineæ CD, in ho-



rizontali plano cui inſiſtit tabella ductæ, & ad eam rectæ, (*per 12. 1. hujus*) ducaturque linea EB, ſecans radium CA, in puncto F ; dico lineam CF eſſe apparentiam lineæ objectivæ, quæ realiter æqualis eſt lineæ CE; ſit enim CD æqualis ipſi CE, ſitque oculus in G, intelligaturque duci linea GD.

Demonſtratio. Linea GD, ex natura rei abſcindit ex CA apparentiam lineæ CD. Sunt autem lineæ GA, CD, parallelæ. Nam CD eſt ex ſuppoſitione ad tabellam recta, igitur (*per 4. def. 11.*) angulus DCA rectus eſt. Pariter linea CA, (*ex def. 3. hujus*) eſt ad tabellam recta, igitur angulus CAG rectus eſt ; ſed AB, EC ſunt etiam parallelæ, & AB eſt æqualis lineæ GA, cum punctum B ſit punctum diſtantiæ, & EC eſt æqualis lineæ CD ; ergo (*per 3. 1. hujus*) linea FB per idem punctum tranſit, ac linea GD ; ergo EC eſt apparentia lineæ CD quæ eſt æqualis lineæ EC; quod erat demonſtr.

Alio modo poſſet oſtendi (*per 13. 1. hujus*) linea EB eſt apparentia lineæ objectivæ comprehendentis angulum ſemirectum, unde angulus FEC eſt apparentia anguli ſemirecti, angnlus FCE, eſt apparentia anguli recti ; ergo EFC eſt apparentia anguli ſemirecti. Quare EC & FC licet realiter inæquales ; ſunt apparentiæ linearum æqualium, ſed EC ſimul eſt linea objectiva, & perſpectiva, & ſupponit pro ſeipsâ, igitur FC eſt apparentia lineæ æqualis ipſi EC.

COROLLARIUM.

Ex hoc vides quod quoties radius ſecandus eſt in apparentias linearum quarumcumque; transferuntur illæ in lineam terræ : ut ſi abſcindendæ eſſent ex radio apparentiæ linearum æqualium, ipſis CH, HE, EI, transferendæ ſunt illæ lineæ in lineam terræ incipiendo à puncto C ipſius radii & ducendæ lineæ ad punctum diſtantiæ B.

PROPO

PROPOSITIO XXII.

Theorema.

Diviſiones unius radii, per lineas parallelas lineæ terræ in alios transferuntur.

Vide figuram præcedentem.

Sit diviſus radius CA in F, ita ut linea CF ſit apparentia lineæ æqualis ipſi EC; dico ſi ducatur linea F K parallela lineæ terræ, fore ut IK ſit apparentia lineæ æqualis ipſi C E.

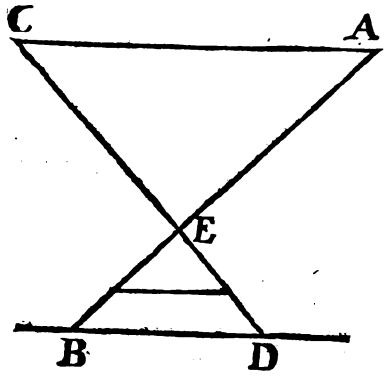
Demonſtratio. Linea F K eſt apparentia lineæ quæ eſt parallela tabellæ & lineæ terræ IC, igitur quadrilaterum C I KF, eſt apparentia parallelogrammi rectanguli: igitur IK, FC ſunt apparentiæ linearum æqualium. Pariter IC, KF, ſunt apparentiæ linearum æqualium, & cum IC ſit ſimul objectiva, & apparentia KF erit apparentia lineæ æqualis ipſi I C.

PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

Lineæ ductæ ad puncta diſtantiæ, ſi ſe interſecent angulum perſpectivè rectum comprehendunt, & linea parallela linea terræ eſt diagonalis quadrati, cujus latera ad puncta diſtantiæ ducta ſunt.

Sint duæ lineæ AB, DC, ductæ ad puncta diſtantiæ A & C; quæ ſe interſecent in puncto E, dico angulum BED eſſe apparentiam anguli recti.



Demonſtratio. Linea AB eſt repræſentatio lineæ quæ cum linea terræ comprehendit angulum ſemirectum, (*per* 13. 1. *hujus*) igitur angulus EBD, eſt perſpectivè ſemirectus, ſemirectus item angulus EDB. Igitur reſtat ut angulus BED ſit perſpectivè rectus. Ex quo ſequitur lineam BD eſſe hypothenuſam in triangulo rectangulo, cujus duo latera ſunt æqualia, atque adeò ſi lineæ EB, ED ſint latera quadrati BD, erit diagonalis.

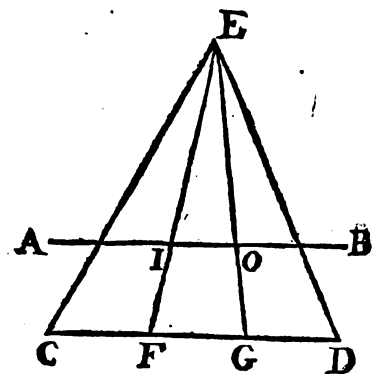
Sequitur item EB, ED eſſe apparentias linearum æqualium, minorum tamen quam ſit BD.

PROPOSITIO XXIV.

Theorema.

Apparentiæ linearum horizontalium parallelarum linea terræ, & in eodem plano exiſtentium, à radiis dividuntur in apparentias linearum æqualium.

Sit linea A B, apparentia lineæ horizontalis



æquidiſtantis lineæ terræ, & in eodem plano cum illa. Sitque punctum principale E, divisâ lineâ CD. Ducantur radii CE, FE, GE. Dico A I eſſe apparentiam lineæ æqualis, ipſi CF.

Demonſtratio. Radii CE, FE ſunt (*per* 12. *hujus*) apparentiæ linearum perpendicularium ad tabellam, & (*per* 6. 11. *Eucl.*) parallelarum. Sunt item C F, A I, apparentiæ parallelarum (*per* 1. *hujus*) igitur quadrilaterum C I eſt apparentia rectanguli: ſed (*per* 33. 1. *Eucl.*) in parallelogrammo duo latera oppoſita ſunt æqualia; igitur AI eſt apparentia lineæ æqualis, ipſi CF. Quod erat demonſtrandum.

Atque hæc fundamenta ſufficiant, quare ad praxes veniamus.

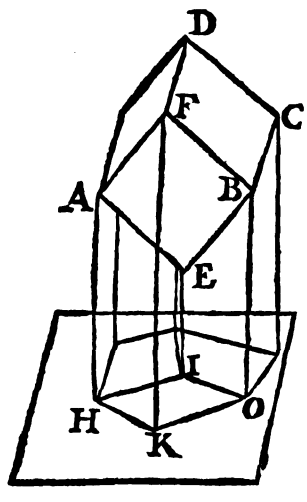
Digitized by Google

PERSPECTIVÆ LIBER SECUNDUS.

Ichnographia Projecta.

HIC liber, ſicut & ſequentes totus practicus eſt, communeſque praxes ex præſuppoſitis propoſitionibus demonſtrat. Quia autem ut jam ſupra monui, eo ferè ordine procedit perſpectiva ſcientia, quo Architectonica, quæ à fundamentis incipit; primò omnem Ichnographiam Geometricam, in tabellâ perſpectivè delineare docebo, quæ methodus facillima videtur, licet in aliquibus caſibus aliquantò longior videatur. Totus igitur hic liber circa plana horizontalia occupabitur, præcipuè verò illud cui tabella inſiſtit, licèt etiam methodum operandi, in aliis planis ipſi parallelis, ſive infra, ſive ſupra punctum principale poſitis ſim indicaturus. Clariſſimum autem eſt, plana horizontalia infra punctum viſûs poſita faciem ſuperiorem nobis exhibere, quæ verò ſupra punctum principale, & conſequenter ſupra oculum, oſtendere inferiorem faciem. Indicabo etiam omnes praxes plani horizontalis, planis verticalibus, immo & omnibus ad tabellam rectis applicari poſſe.

Vt verò praxes iſtæ adhuc univerſaliores reddantur, notandum eſt non tantum corpora, quæ verè & realiter eidem horizontali plano inſiſtunt, cui tabella incumbit, habentque in eo, aliquam ut ita dicam plantam; ſed ea etiam quæ ab eo longiùs diſtant, aut in aëre ſunt pendula, poſſe aliquam fictitiam habere plantam, ita ut cogitentur demitti à ſingulis eorum angulis aliquæ pervendiculares, uſque ad planum horizontale. Vt ſi ſint corpus ſolidum ABCD, poſſunt cogitari ex ſingulis angulis ABCDEF, demitti lineæ perpendiculares AH, EK, EI, BO, &c. quæ in plano ſubjecto figuram formabunt AHIO, quæ erit baſis corporis AC, in eo ſitu collocati.



Si corporis Ichnographia paulò difficilior fuerit, & intricata, neceſſarium erit, eam priùs Geometrice deſcribere, cum omnibus ſuis dimenſionibus, prout ſunt in ſe, nulla habitâ ratione perſpectivæ. Deinde hæc planta, baſis, ſeu Ichnographia Geometrica, degradabitur, ſeu in tabellam projicietur. Ratio hujus rei eſt, quod id cujus imago requiritur mente tenendum eſt, ſi enim non probè cognitum ſit, impoſſibile eſt, ut ejus imago ſuccedat. Quando autem Ichnographia plurimas lineas, & variè intricata continet, difficile eſt, ut mente teneatur.

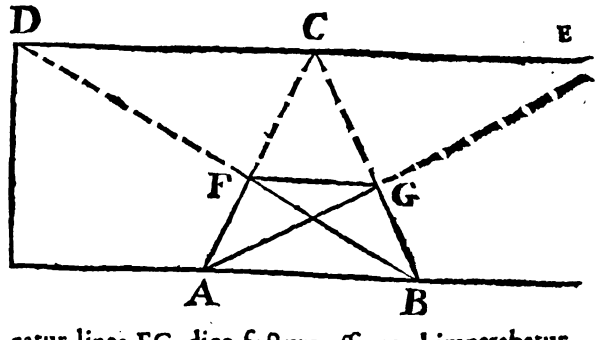
In facilioribus figuris opus non erit Ichnographiam Geometricam priùs delineare. Determinandus tamen eſt locus, rei exhibendæ. Verbi gratia, non ſufficiet proponere deſcribendum quadratum in plano horizontali; ſed præterea, determinandus eſt locus ejus, an ad dexteram, an ad ſiniſtram, an magnum, an parvum, an multum diſtans à tabellâ, an parum; cum enim communiter objectum ſupponatur eſſe poſt tabellam, debet determinari an diſitum, an propinquum ſit, ſeu utrum multùm intra profunditatem tabellæ ingrediatur. Determinatus item eſt locus ſpectatoris, quod ſufficienter præſtatur, notato tam puncto principali, quàm punctis diſtantiæ. Cætera autem uſus docebit.

SUPPOSITIO I.

Problema.

Quadratum directè oppoſitum deſcribere.

Sit quadratum cujus latus AB deſcribendum Ad punctum principale C ducantur radii A C, B C, item ad puncta diſtantiæ D & E, ducantur diagonales AE BD, ſecantes radios in punctis F, G. Du-



catur linea FG, dico factum eſſe quod imperabatur.

Demonſtra

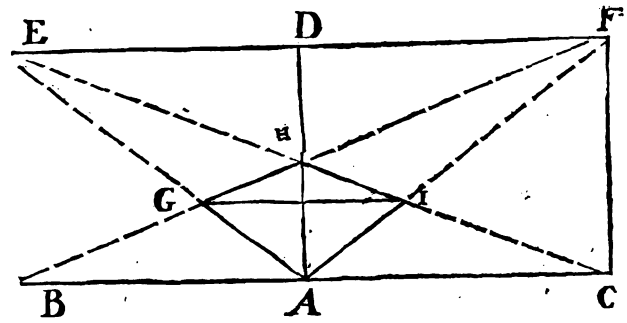
Demonſtratio. (*Per 21.primi hujus*) linea BG eſt apparentia lineæ æqualis ipſi AB, AF, item eſt apparentia lineæ æqualis eidem AB; AC, BC, ſunt apparentiæ linearum ad tabellam rectarum; ideoque anguli A & B, ſunt apparentiæ angulorum rectorum, item linea FG, apparentia lineæ conjungentis parallelas, & æquales, eſt apparentia lineæ parallelæ, & æqualis ipſi AB.

Poterat una tantum diagonalis AE duci, & per punctum G, duci parallela lineæ AB.

PROPOSITIO II.

Problema.

Quadratum ex angulo viſum deſcribere.



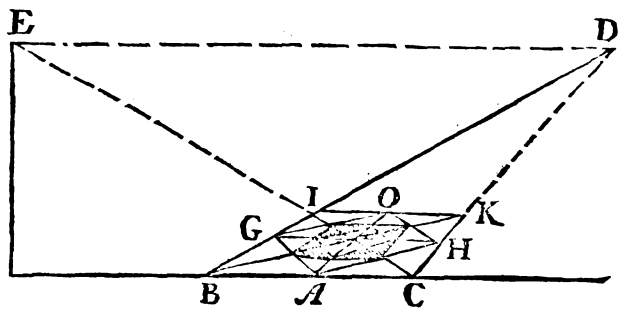
Quadrati deſcribendi diagonalis transferatur in lineam terræ, hinc inde in AB, AC. Ex puncto A ducantur lineæ diagonales ad puncta diſtantiæ E & F, ſinque AE, AF; item ex B ducatur ad punctum diſtantiæ oppoſitum linea BF, & ex C linea CE; dico figuram AGHI, eſſe apparentiam quadrati cujus diagonalis AC.

Demonſtratio. Lineæ AE, CE; ſunt repræſentationes linearum horizontalium, & parallelarum (*per 13. 1. hujus*) idem dico de BF, AF; igitur quadrilaterum AGHI, eſt repræſentatio parallelogrammi, anguli autem in A, G, H, I, (*per 23.1. hujus*) ſunt recti; igitur figura AGHI, eſt rectangula. Sunt item latera GH, HI æqualia, (*per eandem*) item AI, & AG.

PROPOSITIO III.

Problema.

Quadratum directè viſum delineare, & dividere, & ſubdividere in alia quadrata inſcripta viſa ex angulo.



Hæc figura ex aliis componitur. Sit quadratum cujus latus BC, primò deſcribendum, ſecundò dividendum. Latus BC, dividatur bifariam in A, tum ex B, A, C ducantur lineæ ad punctum principale D; & ex punctis B & C ducantur ad puncta diſtantiæ F & E, lineæ BF, CE ſecantes radios BD, CD in punctis I & K ducaturque recta IK: tum ex puncto A ducantur rectæ lineæ ad eadem puncta diſtantiæ E & F, quæ ſecabunt radios BD, CD in G & H ex quibus ductæ lineæ ad puncta A & O quadratum exangulo viſum exhibebunt.

Demonſtratio. Clarum eſt figuram BK, eſſe apparentiam quadrati per primam hujus, item (*per 13.1.hujus*) BK, CI eſſe diagonales, & (*per 2.hujus*) AGOH, eſſe quadratum viſum ex angulo, & ita deinceps.

Si ſecundum quadratum intra primum deſcribendum eſſet, eodem modo foret operandum circa lineam KI, quo operati ſumus circa lineam BC.

Notandum item eſt eandem eſſe operationem, ſive punctum principale ſit ad latera, ſive ſit directè quadrato oppoſitum; non mutantur enim praxes, neque etiam mutantur demonſtrationes.

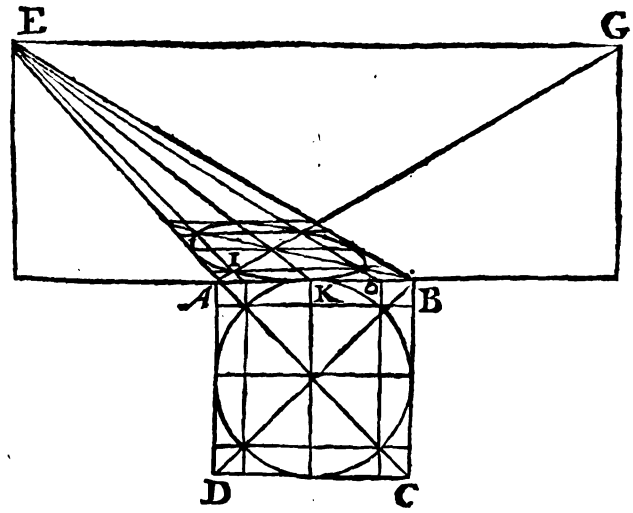
PROPOSITIO IV.

Problema.

Circulum deſcribere.

Ut circuli horizontaliter poſiti, habeas apparentiam; circa illum quadratum deſcribe ABCD, quod

Digitized by Google



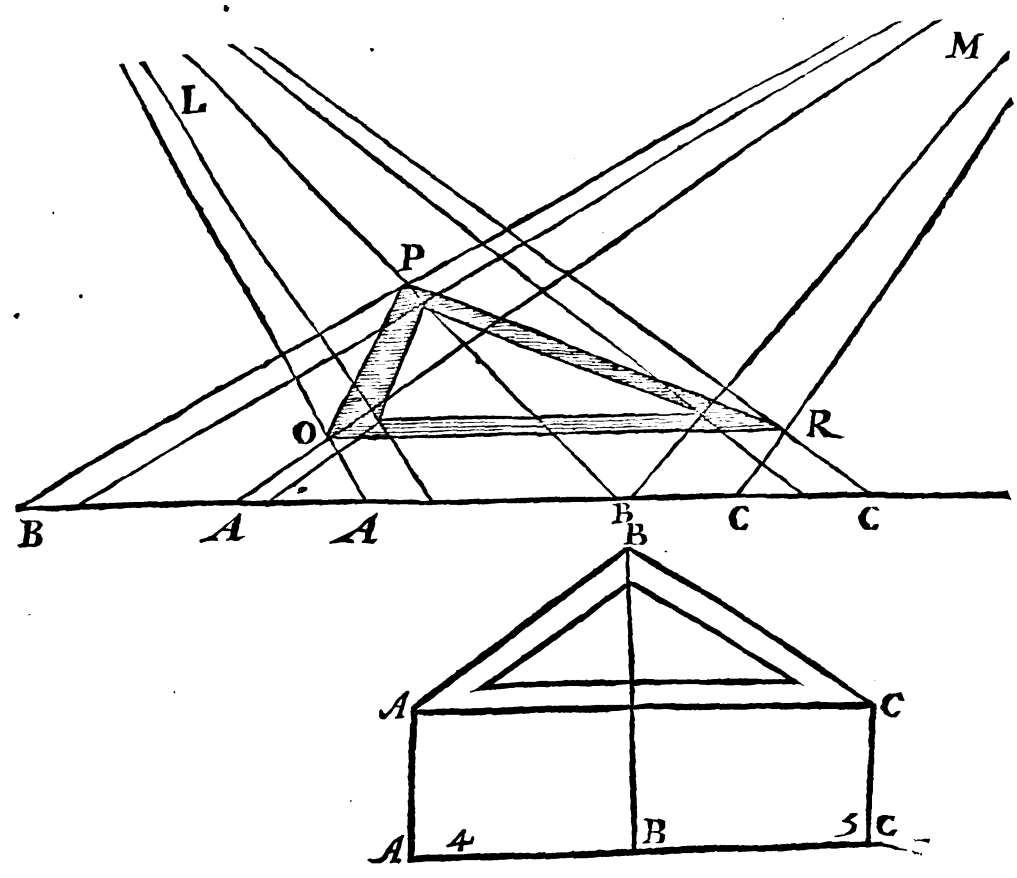
quod diagonalibus AC, BD divides, & ubi diagonales ſecant circulum, duces lineas lateribus parallelas. Hoc quadratum (*per præcedentem*) cum ſuis diviſionibus perſpectivè deſcribe, ducendo diagonales BG, AF, duc item radios I E, OE, KE, quæ diagonales ſecabunt in punctis per quæ circulus tranſit, conjunges hæc puncta lineâ curvâ.

Demonſtratio ſatis per ſe patet, cum enim deſcriptio quadrati, cum ſua diviſione ſit jam demonſtrata, demonſtrantur puncta interſectionum pertinere ad circulum; ducatur ergo circulus per lineam curvam connectentem puncta ad illum pertinentia; hæc erit eius apparentia.

PROPOSITIO V.

Problema.

Triangulum diſtans à linea terræ in tabella perſpectivè delineare.



Sit triangulum duplex ABC delineandum, tantum diſtans à linea terræ quantùm diſtat à linea 45. Ex ſingulis eius angulis demittantur perpendiculares ad lineam 4.5. nempè AA, BB, CC, deinde ſit linea AA, æqualis lineæ AA, item BB, æqualis lineæ BB, & linea Cc, æqualis lineæ CC, transferantur diviſiones lineæ 4. 5. in lineam terræ, ſitque punctum L principale, & M punctum diſtantiæ, ducatur ex C, linea CL, ad punctum principale L, & ex alio C linea CM, ad punctum diſtantiæ M, interſectio R dabit apparentiam anguli C. Pariter ex A, ducatur linea AL, ad punctum principale L,

Digitized by Google

e L, & ex alio A linea A M ad punctum diſtantiæ M, & habebis in communi interſectione O, apparentiam anguli A, & ita de alio.

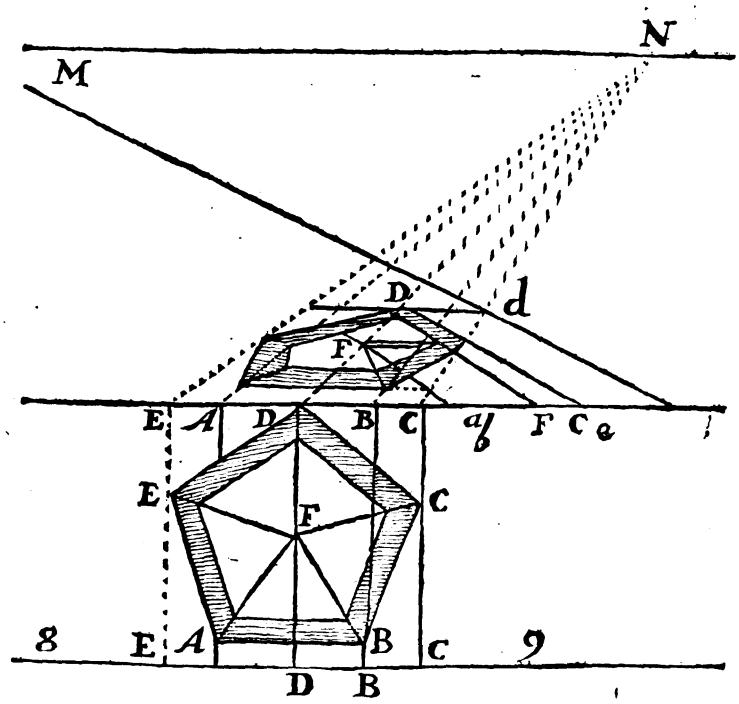
Si velis ſecundum triangulum, idem præſtandum circa illud.

Demonſtratio. Linea AL eſt apparentia lineæ perpendicularis ad tabellam, (*per 12.1.hujus*) qualis eſt linea AA, inferior quæ ſupponitur in plano horizontali perpendicularis ad lineam terræ, linea AO, (*per 23.1.hujus*) eſt apparentia lineæ AA, quæ æqualis eſt lineæ AA, igitur punctum O eſt apparentia anguli A, idem oſtendam de reliquis angulis; igitur O, P, R, ſunt apparentiæ angulorum ABC, quod erat oſtendendum.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

Pentagoni apparentiam invenire.



Sit pentagonum ABCDE, tantùm diſtans à linea terræ, quantum diſtat à linea 8-9. Demittantur ſicut priùs ex ſingulis ejus angulis perpendiculares in lineam 8-9, cujus diviſiones transferantur in lineam terræ. Ducantur radii AN, EN, DN, BN, CN, ad punctum principale N; dividaturque unicus radius CN, pro omnibus, hoc modo, linea C a, aut C b, æqualis ſit lineæ Aa inferiori, linea C f, æqualis ſit lineæ C F inferiori, linea C c, aut C e, ſit æqualis lineæ E e, aut C c, denique linea c d æqualis ſit lineæ DD. Ducantur ex punctis, a, f, c, d, lineæ ad punctum diſtantiæ M, linea dd, dat altitudinem anguli D, quare linea parallela d D dat punctum D, in proprio radio, atque ita de reliquis.

Demonſtratio. Linea C d eſt apparentia lineæ C d, ſeu DD, cui æqualis eſt; ſed ducta parallela d D, linea D D ſuperior eſt apparentia lineæ æqualis, igitur punctum D, ſupertius eſt apparentia anguli D. Ita oſtendam in linea CD, haberi altitudines ſingulorum angulorum, ſicut & centri F, unde ductis parallelis uſque ad proprios radios habentur eorum apparentiæ.

Si velimus aliud pentagonum interius. Ex ſingulis angulis inventis ad centrum ducantur lineæ, tum ſi quod ſit latus parallelum lineæ terræ, latus interioris figuræ illi parallelum erit; ſi verò non fuerit parallelum, latus interioris figuræ conveniet cum illo in linea horizontali. Diximus enim (*in 14.1.hujus*) lineas objectivas horizontales inter ſe parallelas, & non parallelas tabellæ, convenire in eodem puncto lineæ horizontalis.

Eodem modo quo pentagonum deſcripſimus, licebit nobis cætera omnia polygona delineare.

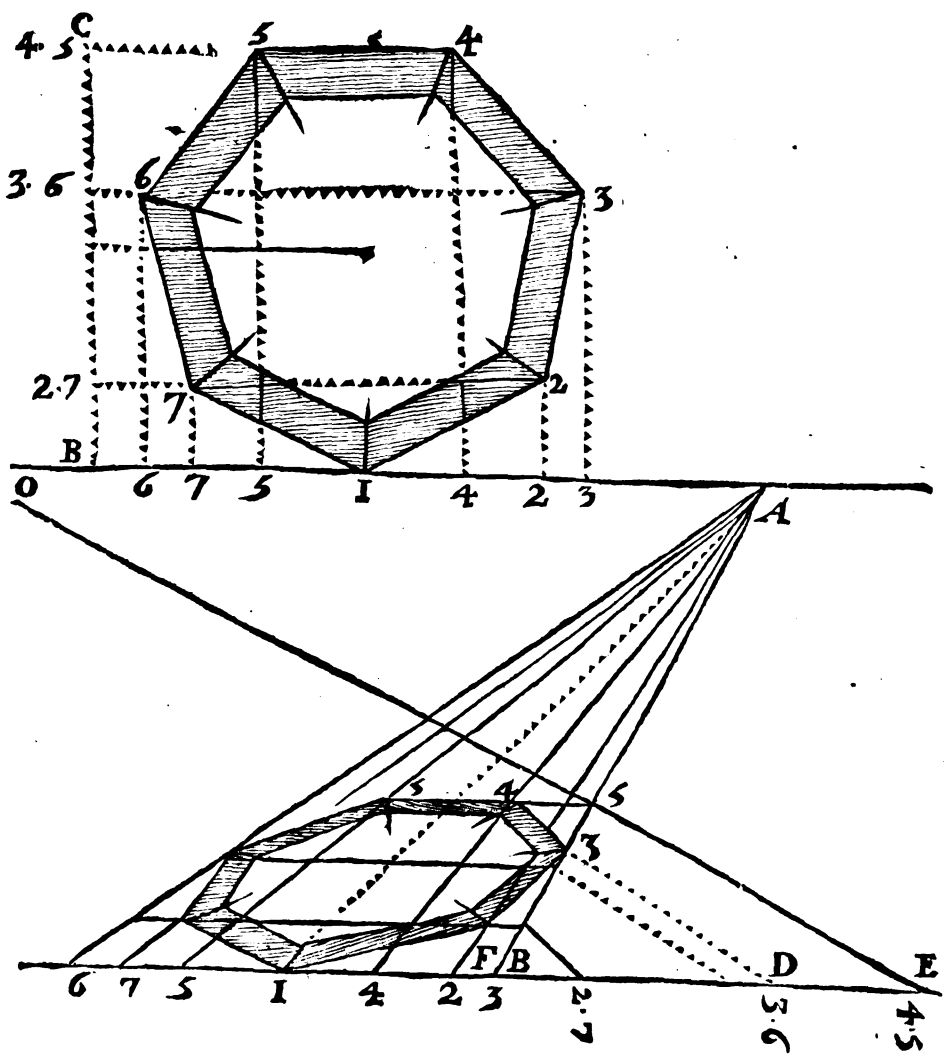
PROPOSITIO VII.

Problema.

Eptagonum delineare.

Deſcripto Geometricè duplici eptagono, 1.2.4.5.6, ex ſingulis ejus angulis ad lineam ſubjectam, quæ vicem habet lineæ terræ, demittantur perpendiculares adjectis ſingulorum angulorum characteribus. Ad latus excitetur perpendicularis BC, in qua notentur ſingulorum angulorum diſtantiæ à linea terræ, ductis nempè perpendicularibus 5.5.6.6.7.7, intelligendo nimirum quod punctum 5 pertineat ad angulos 4, & 5.6. ad 6. & 3. & 7 ad 2 & 7. item ex centro ducantur perpendiculares. Et hoc totum ſit peractum in figura Geometrica.

Digitized by Google



Jam verò ut perſpectivè opereris. Sit linea terræ quæcumque, linea horizontalis AO, punctum principale A, punctum diſtantiæ O. Transfer in quamcumque partem lineæ terræ omnes diviſiones, quæ in linea terræ Geometricæ figuræ factæ ſunt à perpendicularibus demiſſis, ſintque 6,7,5, 1, 4, 2, 3, à quibus ad punctum principale A duc radios 6A, 7A, & reliquos. Divide autem tantum radium quemcumque 3 A. A puncto 3. lineæ terræ transfer diviſiones lineæ B C Geometricæ, nempè B7, B6, B5. Ex puncto E, duc diagonalem EO ad punctum diſtantiæ O, hæc in radio 3A, dat puncta 4 & 5, unde ſi ducas parallelam lineæ terræ uſque ad radios 2A, 7A, habebis apparentiam angulorum 4, & 7. diagonalis F O dat in eodem radio 3 A, punctum ejuſdem profunditatis cum centro, unde ducta parallela uſque ad radium I A, exhibet apparentiam centri, & ita de cæteris. Ex ſingulis angulis inventis duc lineas ad centrum perſpectivè inventum, ut interius polygonum habeas, ſi quod latus polygoni eſt parallelum lineæ terræ, ut in hoc exemplo latus ſupremum, latus interioris illi erit parallelum, reliqua verò latera interioris convenient cum lateribus exterioris in eodem puncto lineæ horizontalis.

Demonſtr. Certum eſt apparentias perpendicularium 66.77. & aliarum eſſe radios (*per 12.1. hujus*) atque adeo anguli verbi gratia 2. apparentiam inveniri in radio 2 A: in radio 3A (*per 23.1. hujus*) linea B2 eſt apparentia lineæ BC, BC autem in geometrica figura æqualis eſt perpendiculari 22. igitur in radio 3A verè punctum 2, eſt profunditas anguli 2. Quare cum ducta perpendiculari abſcindantur in omnibus radiis, apparentiæ linearum æqualium; linea parallela ſecabit radium 2A, in apparentia anguli 2, & ita oſtendam hac praxi haberi apparentias reliquorum angulorum.

PROPOSITIO VIII.

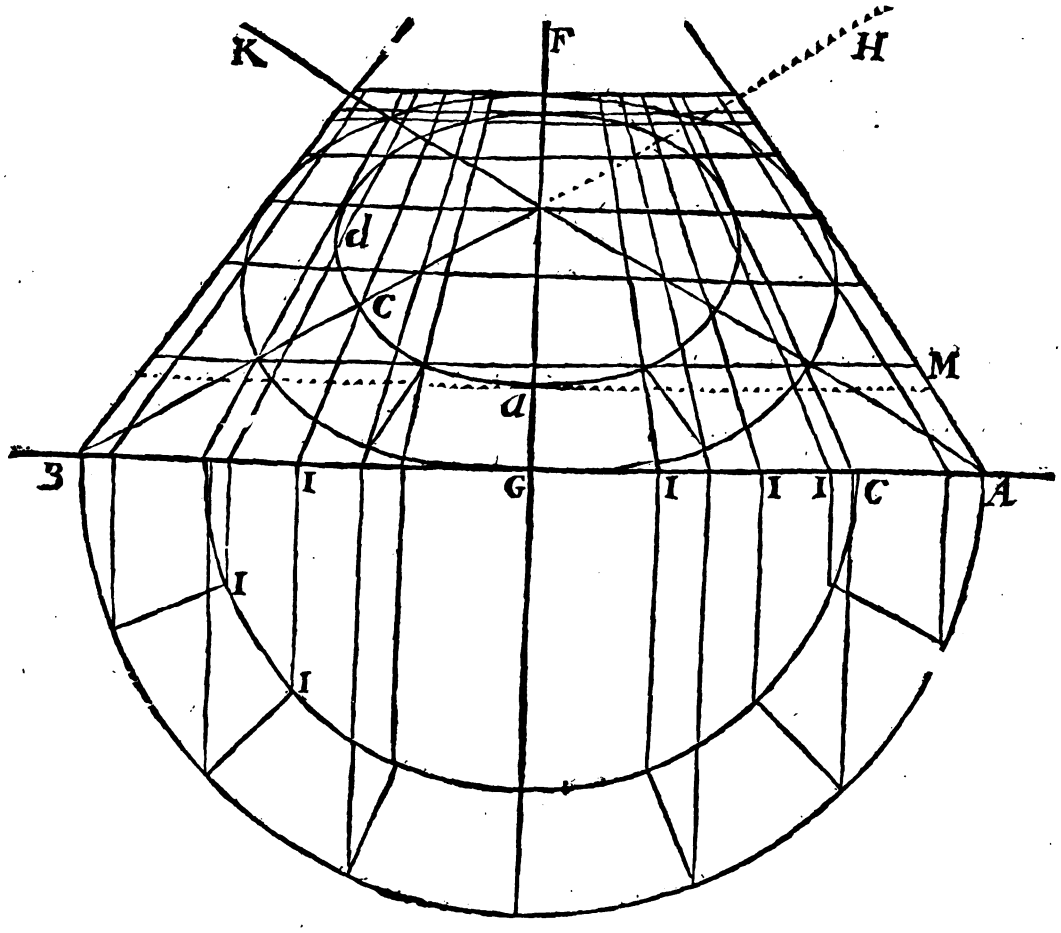
Problema.

Duplicem circulum concentricum deſcribere.

Ex eodem puncto G lineæ horizontalis deſcribantur duo ſemicirculi concentrici, qui dividantur ſinguli in 8 partes æquales. Tum ex ſingulis diviſionibus ad lineam terræ cadant perpendiculares, & ex ſingulis punctis in quæ cadunt perpendiculares, ducantur radii ad punctum principale F. Ducantur item diagonales A K, B H ad puncta diſtantiæ, lineæ iſtæ diagonales ſecabunt radios in punctis ad circulos pertinentibus.

Demonſtr.

Digitized by Google

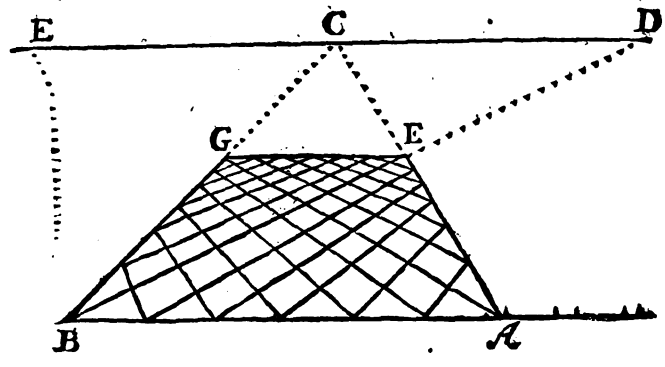


Demonſtratio. Certum eſt C M eſſe apparentiam quadrati, ut ex (23. 1. *hujus*) facilè patet; igitur M A eſt apparentia lineæ æqualis ipſi C A, ſed linea aG æqualis eſt apparentia lineæ æqualis: ergo eſt apparentia differentiæ ſemidiametrorum, igitur punctum à pertinet ad circulum interiorem. Eâdem methodo oſtendam c, d, pertinere ad interiorem circulum. Similiter indicabo quæ puncta ad exteriorem pertineant.

PROPOSITIO IX.

Problema.

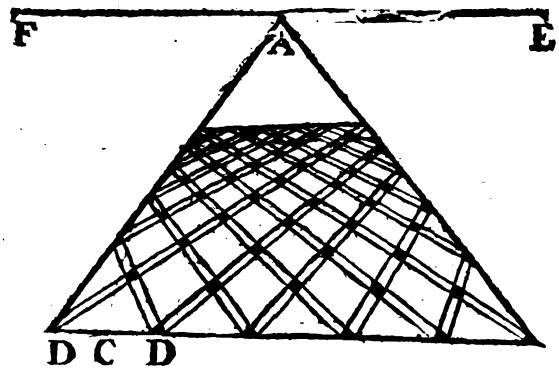
Pavimentum quadratorum obliquè poſitorum.



Dividatur linea terræ A B in partes æquales, & ex ſingulis diviſionibus ducantur diagonales ad puncta diſtantiæ, & habebis pavimentum quadratorum obliquè poſitorum. Si velis quadratum pavimentum; ex punctis A & B ducantur radii ad punctum principale C, ubi enim radii iſti diagonales attingent, finietur quadratum. Si velis ulteriùs producere pavimentum, id poteris in infinitum.

Demonſtr. (*Per* 13. 1. *hujus*) lineæ ductæ ad puncta diſtantiæ ſunt apparentiæ linearum objectivarum quæ cum linea terræ angulum ſemirectum efficiunt, ſed quadrata geometrica oppoſita per angulum talia ſunt ut eorum latera angulum ſemirectum efficiant, igitur diagonales ductæ ſunt apparentiæ laterum quadratorum obliquè poſitorum.

Digitized by Google

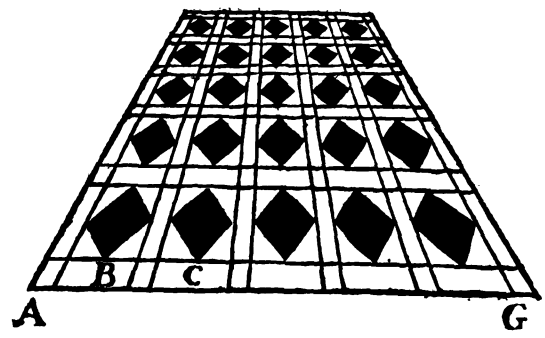


Non diſſimili ratione circa quadrata addemus limbum, ut figura ſatis per ſe oſtendit, ſi enim in linea terræ notemus in littera C longitudinem diagonalis quadrati, & in littera D latitudinem limbi, ductis ut priùs diagonalibus ad puncta diſtantiæ, totum opus abſolvemus.

PROPOSITIO X.

Problema.

Pavimentum ex quadratis directè poſitis cum limbo & aliis quadratis obliquè collocatis.



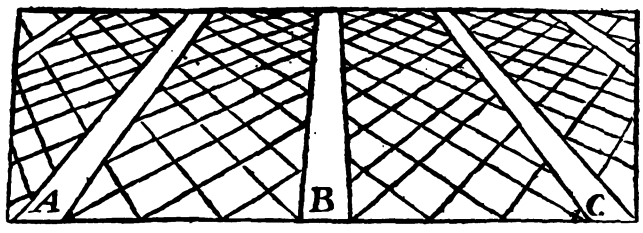
Linea terræ A G ita dividatur, ut alternatim, inveniatur latus quadrati & latitudo limbi, ductis deinde diagonalibus ad puncta diſtantiæ & radiis, ad punctum principale, abſolvetur totum pavimentum: Nam diagonales, dabunt in radiis puncta per quæ ducendæ erunt parallelæ lineæ terræ. Si adhuc velis quadrata obliqua directis inſcribere, divide bifariam latera quadratorum directorum in B, C, &c. & ex ſingulis punctis ducantur hinc inde diagonales ad puncta diſtantiæ, & abſolutum erit opus.

Demonſtratio ſatis patet, ex ſuperioribus.

PROPOSITIO XI.

Problema.

Pavimentum quadratis obliquè viſis conſtans, limbo quadratorum directorum interruptum deſcribere.



Hujus propoſitionis praxis eadem eſt, ac (*in propoſitione 9.*) niſi quod, in A, B, C, ducuntur radii ad punctum principale quibus interrumpitur ſeries quadratorum obliquorum, aliæ combinationes fieri poſſunt, quæ peculiarem non habent difficultatem.

PROPOSITIO XII.

Problema.

Pavimentum exagonis conſtans.

Sit pavimentum exagonis conſtans delineandum, ſitque punctum viſus A, diſtantia oculi à tabella

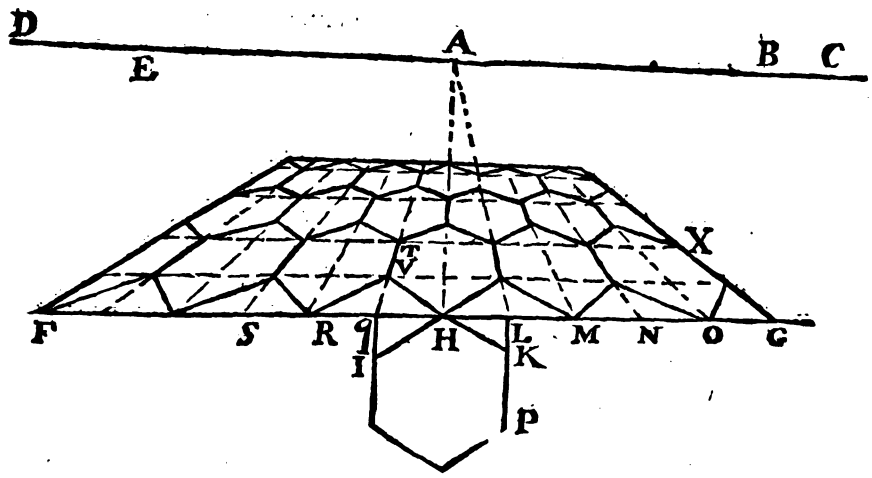
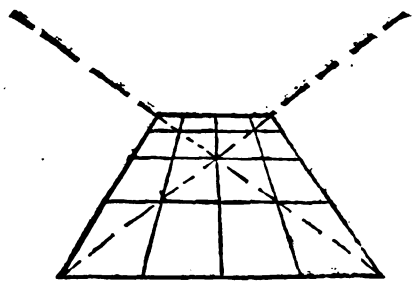


tabella ſit AH, ſintque lineæ AE, AH, AB æquales, deſcribatur in puncto H, exagonum geometricum, productiſque lateribus HK, HI, donec concurrant in C & D, cum linea horizontali, erunt puncta D & C, ea in quibus convenient apparentiæ, laterum omnium parallelorum lateribus HK, HI: ductâ perpendiculari KL, ſi transferatur linea HL in LM, MN, NO, OG, & ducas radios occultos ad punctum A, habebis omnes lineas parallelas lineæ K P. Quare ductis ad puncta C & D lineis, habebis omnia latera inferioris primi ordinis. Ex puncto V, radii cujuſcumque q A, duc ex puncto diſtantiæ B, lineam BVR, abſcinde lineam RS, æqualem lateri H I, linea occulta S B dabit in radio qA, punctum T, eritque V T apparentia lineæ æqualis lateri KH, quare ductâ parallelâ TX, habebis alia latera.

PROPOSITIO XIII.

Problema.

Pavimentum quadratis directè poſitis conſtans.



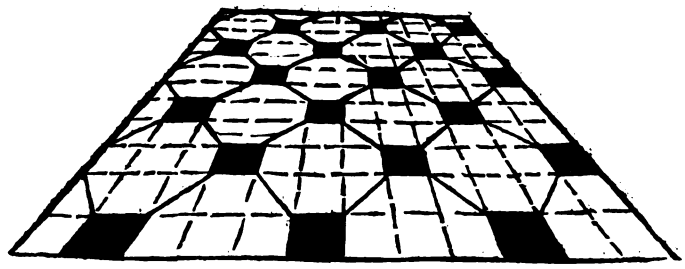
Hæc propoſitio licèt facillima, eſt fundamentalis, ut infra patebit. Sit igitur pavimentum delineandum, quod totum conſtet quadratis directè poſitis; linea terræ dividatur in partes æquales lateri quadratorum: ducantur radii ad punctum principale, & diagonales ad puncta diſtantiæ, interſectiones radiorum, & diagonalium, dant puncta per quæ ducendæ ſunt lineæ parallelæ. Si accidat in extremitatibus deeſſe radios, continuanda eſt eadem diviſio, in lineis parallelis. Hoc pavimentum in infinitum continuari poteſt.

Demonſtratio. Tota petitur ex (12. & 13. *primi hujus*,) in iis enim oſtendimus lineas ductas ad puncta diſtantiæ, eſſe diagonales quadratorum, & conſequenter benè determinare in radiis, latera quadratorum.

PROPOSITIO XIV.

Problema.

Pavimentum octogonis, & quadratis conſtans.



Per præcedentem fiat pavimentum, quod quadratis directè viſis conſtet. Et ex novem quibuſlibet quinque integra relinquantur; & quatuor diagonalibus, ad puncta diſtantiæ ductis dividantur, & abſolutum erit opus, ut figura ſatis demonſtrat.

Digitized by Google

PROPOSITIO XV.

Problema.

Hortum in areolas dividere.

Ut oſtendam quam latè pateat uſus 13. propoſitionis, ſit perſpectivè dividendus hortus in areolas, primò quidem in chartâ ſeparatâ deſcribatur Geometricè hortus, in ſuas areolas diſtributus, tum dividatur in quadratula æqualia.

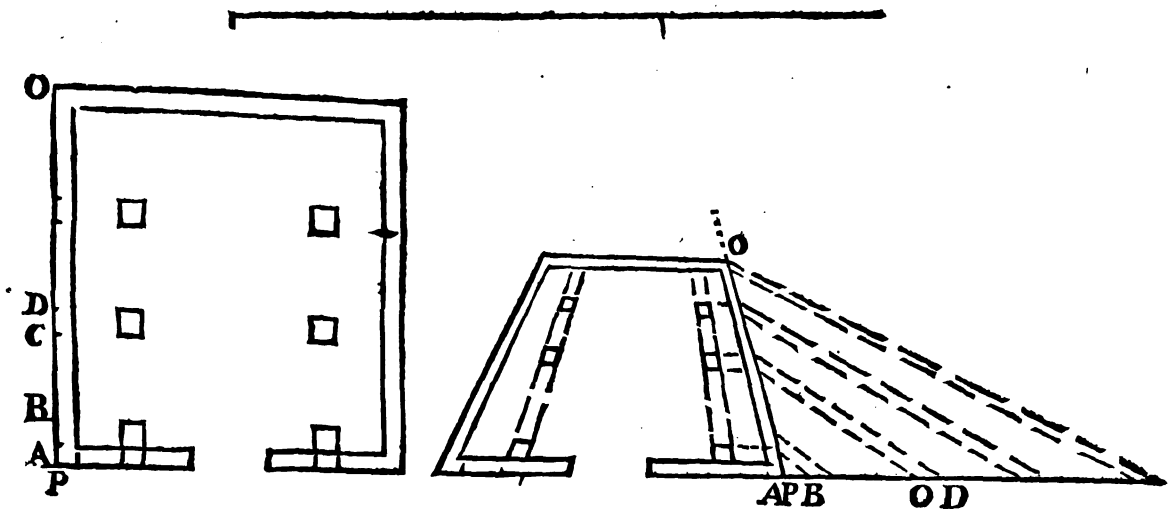
Exinde fiat perſpectivè pavimentum in quadrata directa diviſum; ſintque totidem numero, quot inveniuntur in horto, ſingulis areolis totidem aſſignata quadrata, quot illis convenire vides in figura Geometrica, & abſolutum erit opus.

Hâc methodo quantumlibet irregulares ichnographias in tabella perſpectivè deſcribes, immò nonnulli artifices, hanc ſolam methodum adhibent, ut omnia perficiant, ſaltem in præſentia hoc habemus, quod ope quadratorum, quaſcumque figuras quantumlibet irregulares, in plano horizontali deſcriptas, facilè delineabimus, modò earum Geometricam habeamus deſcriptionem.

PROPOSITIO XVI.

Problema.

Geometricam templi ichnographiam in perſpectivam tranſmutare.



Habeatur Geometrica templi, aut cujuſcumque alterius ædificii deſcriptio; ab ejus præcipuis partibus, aut angulis ad lineam terræ ducantur perpendiculares, quæ illam dividant, ex ſingulis diviſionibus lineæ terræ, vel in lineam terræ tranſlatis, ducantur radii ad punctum principale, in his radii certum eſt inveniri apparentias illorum punctorum, à quibus ductæ ſunt illæ perpendiculares. Nam radii ſunt apparentiæ perpendicularium (*per* 12. 1. *hujus*) ergo apparentia puncti, in perpendiculari exiſtentis inveniri debet in radio.

Secundò in figura Geometricâ ad latus ejus, ducatur linea P O, parallela perpendicularibus ad lineam terræ ductis, ad quam lineam P O pariter ducantur perpendiculares, ex ſingulis angulis præcipuis ædificii deſcribendi, dividetur linea PO, à perpendicularibus in punctis A, B, C, D, &c. Suſcipiatur dividendus unicus radius verbi gratia PO, & in lineam terræ continuatam transferantur diviſiones lineæ O P, poterant facilius transferri in alteram partem, ſed perinde eſt, ex punctis A, B, C, D, e, &c. lineæ terræ ducantur diagonales ad punctum diſtantiæ oppoſitum, hæ dividant, radium PO, in punctis quæſitis ex quibus ductæ parallelæ, radios dividunt ut par eſt, id figura meliùs explicabit quàm verba.

PROPOSITIO XVII.

Problema.

Ichnographiam quamcumque irregularem Geometricam perſpectivè delineare.

Sit Ichnographia Geometrica utcumque irregularis, peſpectivè deſcribenda, à ſingulis ejus angulis in lineam terræ ducantur perpendiculares, & à punctis in linea terræ ſic notatis ad punctum principale ducantur radii, tum ad lineam aliquam item perpendicularem, ducantur perpendiculares, à ſingulis angulis, quæ transferantur in lineam terræ, à quibus ad punctum diſtantiæ ducentur lineæ rectæ, quæ in radiis prius notatis exhibebunt puncta quæſita, quæ praxis coincidit cum ſuperiori.

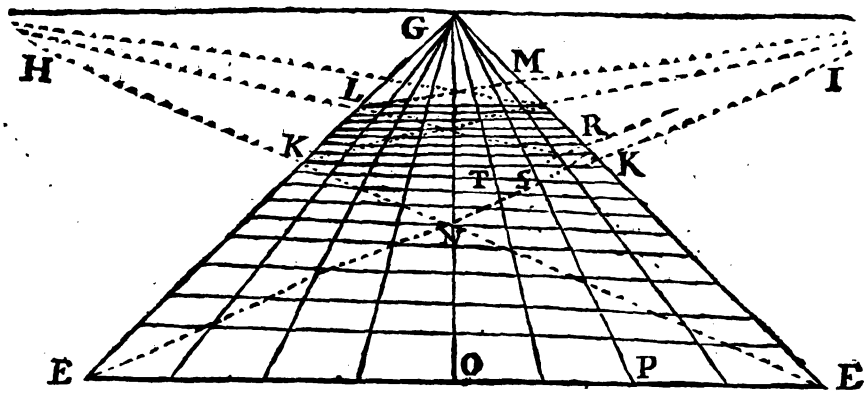
PROPOSITIO XVIII.

Problema.

Cujuſcumque puncti horizontalis apparentiam in tabella invenire.

Quamvis ex ſuperioribus poſſit facilè hoc problema ſolvi, quia tamen non omnes ea quæ in propoſitionibus virtualiter tantum continentur, ita facilè eruere poſſunt, ideo hanc etiam praxin quam

Digitized by Google



quam nonnulli univerſalem vocant, placuit attexere. Jam notavi ſupra, lineam terræ, eſſe radicalem ſcalam, & omnium dimenſionum, præferre menſuras, unde communiter in partes æquales ſolet dividi; quarum quælibet unius pedis, aut unius exapedæ vices obit: dixi vices obire, quia in majoribus tabellis in quibus, hominis imago in ipsâ lineâ terræ exiſtentis juſtam hominis magnitudinem obtinet, ut plurimum ſi linea terræ in pedes dividatur, quodlibet intervallum pedale, pro ſeipſo ſupponet. At verò in minoribus tabellis in quibus hominis imago, etiam prope lineam terræ multò minor eſt verâ hominis ſtaturâ, dividitur linea terræ in minora intervalla quorum quodlibet pro pede ſupponit, quâ poſitâ explicatione; punctum illud cujus apparentia quæritur, vel eſt in ipſo radio principali, ſeu perpendiculari ad lineam terræ; vel ad lævam, aut ſiniſtram illius, quantum libuerit, id eſt tot & determinatis pedibus. Secundò poteſt idem punctum cujus apparentia quæritur, multùm aut parùm immergi intra profunditatem tabellæ; hoc eſt multùm, aut parùm diſtare à linea terræ, neque enim aliam poteſt habere diverſitatem. Poſſet quidem addi aliquid aliud, nempe an ſit elevatum ſupra horizontem, ſed hæc ultima conſideratio non eſt hujus libri: ſupponimus enim illud punctum eſſe in plano horizontali, cui tabella inſiſtit. Sit igitur punctum cujus apparentia quæritur, in linea perpendiculari objectiva, quæ cadit in puncto O, lineæ terræ, atque adeò cujus apparentia eſt radius principalis OG. Certum eſt igitur punctum quæſitum eſſe in radio principali OG: ſupponatur eſſe diſſitum à linea terræ quatuor pedibus, numerentur à puncto O, in linea terræ 4 pedes, nempè linea OE, ſit quatuor pedum, ex puncto E ad punctum diſtantiæ I, ducantur linea E I, ſecans radium OG, in puncto N. dico punctum N eſſe 4 pedum, ſeu lineam ON eſſe 4 pedum.

Demonſtr. (*Per 22. 1. hujus*) lineæ OE, ON, perſpectivè ſunt æquales: ergo ON eſt 4 pedum.

Multi alii caſus ſunt poſſibiles in quibus nihil eſt difficultatis. Tota igitur difficultas poteſt eſſe quando numerus pedum inveniri non poteſt in linea terræ. Sit verbi gratia quærenda apparentia puncti quod ſit ad dexteram radii principalis pedibus quatuor, & ſit intra profunditatem tabellæ diſſitum pedibus 10. Primò quidem numera ad dexteram radii principalis OG pedes 4. & pervenies in E, ducatur radius EG, certum eſt in radio EG, inveniri apparentiam puncti propoſiti: numera in linea terræ incipiendo à puncto E, pedes 10 & quia produci non poteſt linea terræ, inveniuntur tantum octo. Quæratur à primo apparentia puncti, 8 pedibus diſtantis à linea terræ, ducendo diagonalem FH, ſecantem radium EG, in puncto K, jam habemus punctum K, diſtare octo pedibus à linea terræ: ducatur parallela K K, reſtant duo pedes in linea KK, abſcinde duos pedes hoc modo, linea E P ſit duorum pedum, duc radium PG, ſecantem lineam K K in puncto S, erit KS apparentia duorum pedum. Ducatur diagonalis SI, ſecans radium EG in puncto R, dico punctum R, eſſe apparentiam puncti ad dexteram radii principalis 4 pedibus diſtantis, & diſtantis à linea terræ pedibus 10. ſi velles pedes 16. ſumenda iterum eſſet K K pedum 8. ducta lineâ diagonali HH, punctum L diſtabit à linea terræ pedibus 16.

Demonſtr. (*Per 22. 1. hujus*) lineæ BE, EK ſunt æquales, item lineæ radii omnes ſunt apparentiæ linearum inter ſe parallelarum; igitur linea RE, eſt apparentia lineæ 10 pedum; & EL apparentia lineæ pedum 16. & EM 24 pedum.

Non diſſimili ratione operari potes circa quemcumque radium, obſervando nempe quod non tantum diviſiones lineæ terræ ſumi poſſunt pro pedibus; ſed etiam diviſiones quarumcumque parallelarum.

Notandum item quod ſi in linea terræ ad dexteram aut ſiniſtram radii principalis, inveniri non poſſit radius qui quæritur, eò quòd deficiat tabella, illum ſumi poſſe in aliâ quâcumque parallela ſuperiori: ut ſi quærenda eſſet apparentia puncti diſtantis ad dexteram, à radio principali pedibus 7. quia non inveniuntur in linea terræ incipiendo à puncto O. Quære in quacumque parallela 7 pedes, ad dexteram radii principalis, verbi gratia, punctum T, ducatur radius TG, in eo erit apparentia puncti propoſiti: ponatur illud eſſe in profunditate pedum 11. Quia EF eſt octo pedum, & eſſent adhuc tres pedes, ſi radius TG, produceretur uſque ad lineam terræ, ducta linea diagonalis EH, dabit in radio TG, apparentiam quæſitam.

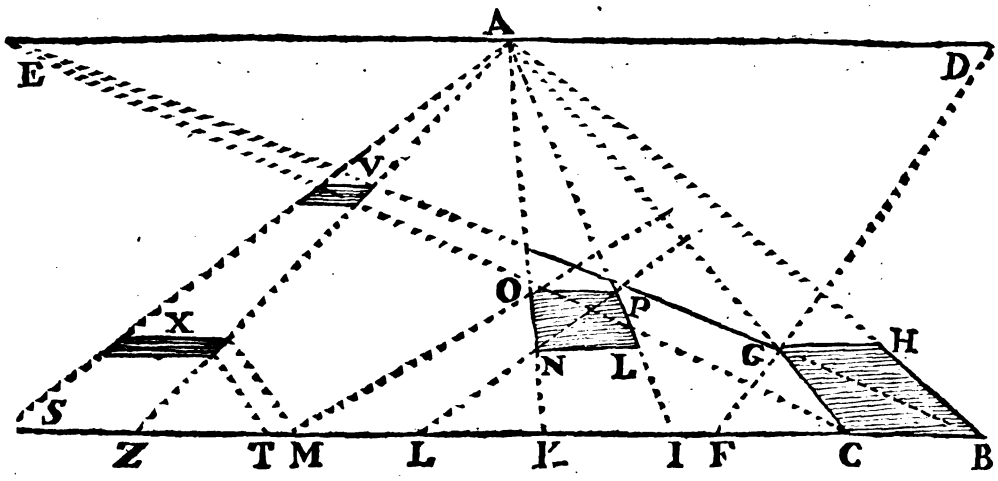
Notandum hanc praxin eſſe eandem cum ea, qua uſi ſumus, in ſuperioribus omnibus exemplis.

PROPOSITIO XIX.

Problema.

Quadratum perſpectivè, ſine ulla Geometrica deſcriptione deſcribere.

Sit quadrati apparentia quærenda, vel in ipſo radio principali, vel in quacumque diſtantia, & cum



cum quâcumque profunditate, proponatur latus quadrati æquale lineæ KI, conſtituatur linea KI, vel ad lævam vel ad dextram, prout voluerimus apparentiam quadrati conſtituere, & ex punctis K & I ad punctum principale A, ducantur radii KA, IA, ſitque linea LK æqualis profunditati, ſeu diſtantiæ illius quadrati à linea terræ. Sit item linea LM, æqualis lateri quadrati KI, ducantur diagonales MD, LD, ad punctum diſtantiæ D, ſecantes radium KA, à quo ſcilicèt incepit diſtantia KL; in punctis N & O, per quæ ducantur parallelæ OP, NL; dico figuram NOPL, eſſe apparentiam quadrati, collocati in diſtantia à linea terræ, quæ ſit æqualis lineæ LK.

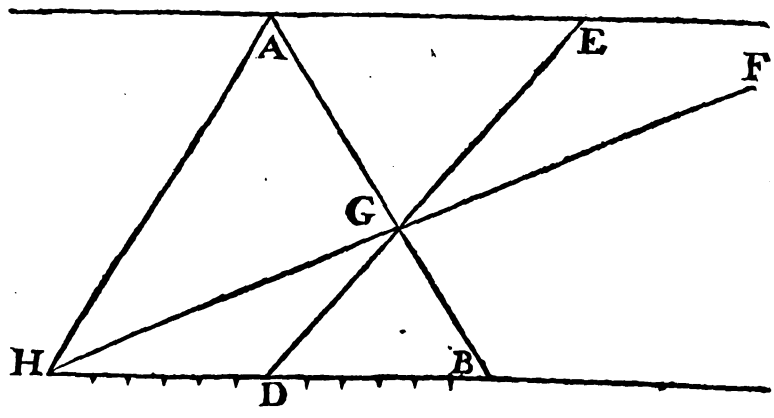
Demonſtrat. Primò oſtendo figuram NP, eſſe apparentiam quadrati; nam primò radii omnes, repræſentant lineas perpendiculares ad lineam terræ, & ad omnes parallelas; ergo anguli ſunt recti. Secundò cum (*per* 22.1.*hujus*) lineæ OK, KM, ſint perſpectivè æquales, item NK, KL, iis ablatis reſtant ON, ML; aut KI, ſeu NL æquales, & ita de reliquis, diſtantia etiam ſeu profunditas eſt æqualis lineæ LK.

Si vellem illud quadratum diſtare ad lævam, factâ linea SZ, æquali ipſi KI, ductiſque radiis SA: ZA, ſi velimus profunditatem æqualem lineæ CT, ſit pariter CB, æqualis lineæ KI, ducantur diagonales CE, BE, habebiturque quadratum V, cætera ex praxibus ſatis intelligentur.

PROPOSITIO XX.

Theorema.

Eadem profunditas exhibetur ſi ſex pedes, ſpectentur ex diſtantia quatuor pedum, ac ſi duodecim pedes videantur ex diſtantia octo pedum.



Hæc propoſitio utiliſſima eſt, quoties puncta diſtantiæ inveniri non poſſunt in tabellâ, cogimur enim uti aliis diſtantiis quam veris, idem tamen conſequimur, unde hac propoſitione totum negotium abſolvemus. Quærenda ſit in radio AB, profunditas pedum 12, ſitque diſtantia oculi à tabella æqualis lineæ AF, tabella tamen non ſit, ita magna, ut poſſit excipere punctum F, quamvis poſſemus uti alio remedio, nempe tabellam parieti affigere, & producendo lineam AE, quærere in ea punctum F, ponamus tamen id commodè fieri non poſſe. Punctum autem quod quæritur eſt apparentia puncti profundi in radio BA pedibus duodecim, quæ apparentia haberetur, ſi numerando in BH pedes 12. ex H ad punctum diſtantiæ F, duceretur diagonalis HF. Sumatur dimidia pars diſtantiæ AF, quæ ſit AE, dimidia item pars BH, quæ ſit BD ſex pedum, ducaturque linea DE, dico lineam DE, dare eandem profunditatem BC, hoc eſt lineam DE, tranſire per punctum G.

Demonſtratio. Cum lineæ AF, HB ſint parallelæ, erunt (*per* 8. 1. *Eucl.*) anguli alterni FAB, ABH; item AFH, FHB æquales; quare æquiangula ſunt triangula AGF, BHG. Igitur (*per* 4.6.) ita erit AF ad HB, ut AG ad GB: ut autem AF ad BH, ita AE dimidia lineæ AF, ad BD pariter dimidiam lineæ BH, igitur ut AE ad BD, ita AG ad GB. Sed pariter æquiangula ſunt triangula AGE, DGB. ideoque ducta linea DE, per eandem diviſionem G tranſire debet, alioquin non eſſet ut AE,

Digitized by Google

AE ad BD, ita AG ad GB, sed alia segmenta quæ fierent eam haberent rationem, quare idem præstatur, seu idem punctum GC habetur, utendo tam dimidia linea distantiæ, quàm dimidiâ lineâ BC.

COROLLARIUM.

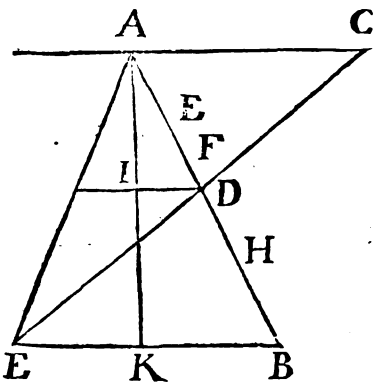
Idem etiam fieret si quarta pars lineæ AF adhiberetur pro distantia, & quarta tantum pars lineæ BC.

PROPOSITIO XXI.

Theorema.

Dimidius radius est apparentia lineæ æqualis distantiæ oculi à tabellâ.

Sit radius quilibet AB, linea horizontalis AC, punctum distantiæ C, sitque dimidius radius DB, incipiendo à linea terræ; dico lineam BD, esse apparentiam lineæ objectivæ, quæ sit æqualis lineæ



distantiæ AC, ducatur enim diagonalis CDE, at tingens lineam terræ in puncto E.

Demonstr. Cum lineæ AC, EB sint parallelæ, erunt anguli alterni CAB, ABE; item ACE, CEB æquales, unde æquiangula sunt triangula ACD, DEB, quare (*per 4 6. Eucl.*) erit AC ad EB, ut AD ad DB. Sed AD est æqualis ipsi DB, ex suppositione; ergo AC erit æqualis lineæ EB. Sed (*per 22. 1. hujus*) DB est apparentia lineæ quæ sit æqualis ipsi EB; ergo etiam quæ sit æqualis distantiæ AC, quod erat demonstrandum.

Addo ulterius si BF fuerit æqualis duabus tertiis lineæ AB; FD erit apparentia alterius lineæ æqualis ipsi AC.

Demonstr. Intellectâ enim lineâ CF, fient pariter triangula æquiangula, eritque ut AF ad FB, ita AC ad lineam quam FB repræsentat; sed AF, est dimidia lineæ FB; ergo AC erit media tantum pars illius quam linea FB repræsentat, sed DB repræsentat lineam æqualem ipsi AC; ergo FD, repræsentat lineam æqualem lineæ AC.

Si EB contineat tres quadrantes lineæ AB, linea EB erit apparentia lineæ, quæ erit tripla ipsius AC, & consequenter auferendo FB, quæ duplam repræsentat; EF lineam æqualem ipsi AC perspectivè exhibebit. Si AE esset quinta pars, EB esset apparentia lineæ quadruplæ distantiæ AC.

Si HB fuerit quadrans lineæ AB, lineæ quam BH repræsentat, erit quarta pars lineæ AC. Si HB fuerit tertia pars lineæ AB, atque adeo AH fuerit dupla lineæ HB, pariter AC dupla erit lineæ repræsentatæ per HB, & ita de cæteris partibus.

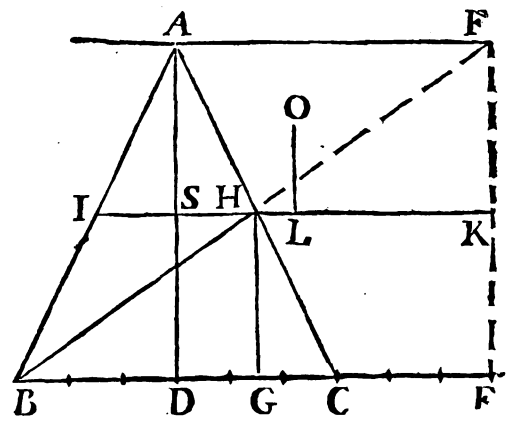
Ex hoc methodum habebis delineandi quidlibet sine ulla linea distantiæ, nam ducta parallela DI, clarum est segmentum KI, repræsentare lineam æqualem illi quam repræsentat BD.

PROPOSITIO XXII.

Problema.

Diagonales ducere sine punctis distantiæ.

Quia ut diximus suprà sæpè accidit puncta distantiæ inveniri extra tabellam, atque adeo inutilia esse perficiendis operationibus; ita ducentur sine illis diagonales. Sit igitur punctum principale A, duo radii extremi AB, AC, radius princi-



palis, AD propositum, sit ducere diagonalem BF, etiamsi non habeatur punctum F. Primò quidem necessarium est scire distantiam AF, quæ ponatur esse 6 pedum & BD trium, tota igitur BE erit novem pedum. Sit AD quinque pedum, sumatur BG, dimidia ipsius BE ductaque perpendiculari GH sit æqualis dimidiæ AD, aut FE; dico lineam BH tendere ad punctum F.

Demonstratio. Cùm enim lineæ HG, & FE sint parallelæ, utpote perpendiculares, erit (*per 3. 6. Eucl.*) ut BG ad GH; ita BE ad EF, sed BG est dimidia pars lineæ BE, ergo GH est dimidia pars lineæ FE: igitur linea BH producta per punctum E transit, alioquin non observaretur ratio proposita.

Notandum tam facilè fuisse sumere quartam, aut tertiam partem lineæ BE, modò fiat ut BE ad EF; ita BG ad GH. Si secunda ducenda esset ex puncto I, deberet fieri ut IK ad KF, ita dimidia IH nempe IL ad LO. Cognoscitur autem tota IK, quia SK semper æqualis est distantiæ, nempe lineæ AF, cui addenda est linea SI quæ in tabella habetur. Cognoscitur item FK, quæ est æqualis lineæ AS, quæ item habetur in tabella.

PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

Praxes omnes supra traditæ, valent in omni plano horizontali.

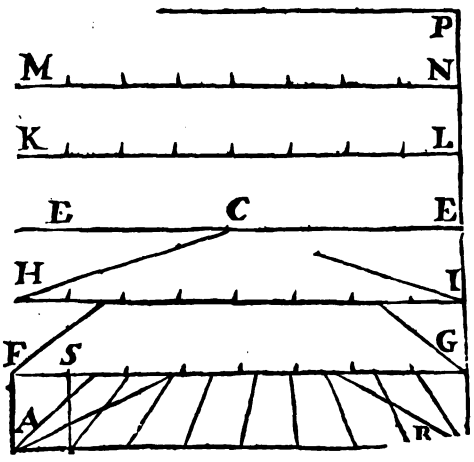
Ut hunc librum reddam universaliorem, unum in hac propositione doceo, praxes omnes suprà traditas, non tantùm in horizontali plano cui tabella insistit, & cujus communis sectio cum tabellâ, est linea terræ: sed etiam in omni alio plano

Digitized by Google

horizontali, cujus conſequenter communis ſectio cum tabellâ erit linea parallela lineæ terræ. Poſſunt autem infinita plana horizontalia cogitari, quorum unum per oculum tranſit, & habet ut diximus, communem ſectionem cum tabellâ lineam horizontalem.

In hoc quidem horizontali plano locum non habent praxes ſuperiores, immò nullæ locum habere poſſunt, eò quòd ita directè oculo opponatur, ut appareat per modum lineæ. Unde neque exhibet ſuperficiem ſupetiorem, neque infetiorem, quod etiam dicendum eſt de plano verticali primario, quod pariter per modum lineæ appareret : item de omni alio plano per oculum tranſeunte. Reliqua plana horizontalia, aut ſunt inferiora oculo, aut ſuperiora. Prima ſuperficiem ſuperiorem oculo obvertunt, alia inferiorem, in iis tamen eædem omninò praxes obſervantur, ſuamque habent lineam terræ ſuas diagonales, dividique ſimiliter poſſunt, & reliquæ praxes iis conveniunt. Sit igitur punctum principale C punquilibet gradus planum horizontale denotat, in quo ſimiliter operandum eſt, etiamſi plani illius aliquâ tantum parte indigeamus.

Hæc notatio videtur jam ad ſequentem librum pertinere, nam illorum planorum horizontalium vera diſtantia eſt quælibet linea verticalis, eorum communes cum tabellâ ſectiones attingens. Ut diſtantia plani horizontalis A C B à plano horizontali FCG, eſt linea AF, aut S. Quare ſi quærenda eſſet apparentia puncti elevati ſupra horizontem A B, quotcumque pedibus, verbi gratia quanta eſt linea AF, in plano horizontali F C G, quærenda eſſet ejus apparentia, praxibus communibus. Sæpe tamen opus non eſt, totum planum horizontale F C G abſolvere, ſed tantùm aliqua ejus pars eſt neceſſaria, verbi gratia unica linea aut ad punctum principale C, aut ad puncta diſtantiæ, aut ad punctum quodcumque horizontalis lineæ ducta. Unde videtur tota perſpectiva hoc libro, & hâc notatione contineri. Cum enim punctum quodcumque vel ſit in horizontali plano, cui inſiſtit tabella, vel ſit in ſublimi. Si primum, per praxes ſuperiores ejus apparentia dabitur. Si verò ſit in ſublimi, erit in alio plano horizontali, quod facilè duci poterit, & in eo, puncti cujus eſt quæſtio apparentia inveniri. Sed ſæpè eo, iſta methodus eſt longior : unde aliæ praxes, quæ poſtea tradentur, non erunt inutiles.



cta diſtantiæ E & E, poteſt dari planum horizontale, cujus communis ſectio cum tabella ſeu ejus linea terræ ſit AB, in eo diagonales erunt AE. BE, poſſuntque cæteræ praxes abſolvi. Eodem prorſus modo ac ſi nullum aliud planum horizontale illi immineret.

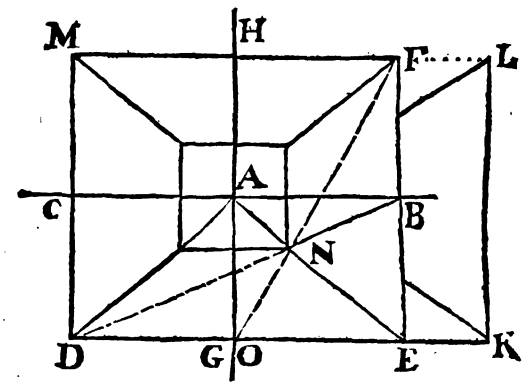
Poteſt item aliud planum deſcribi, cujus communis ſectio cum tabellâ erit linea F G, & quæ reſpectu illius erit linea terræ. Eſt autem differentia inter lineam F G in hoc ſecundo horizontali plano exiſtentem & lineam F G, in plano horizontali ACB poſitam. Nam ſi linea F G ſumatur in plano inferiori, dividetur in partes minores à radiis, à ſingulis diviſionibus lineæ AB ad punctum C ductis : quia nempe tunc eſt apparentia lineæ intra profunditatem tabellæ collocatæ. At verò ſi eadem F G ſit linea terræ in plano ſuperiori FCG habebit eaſdem diviſiones, quas habet linea AB ; tunc enim eſt in eodem plano verticali in quo eſt linea AB, dividique deberet per lineas perpendiculares qualis eſt linea S. Abſolvuntur igitur omnes praxes in eo, ſicut diximus. Ratio eſt quia ſi abſcinderetur ex tabellâ, totum rectangulum F B, linea F G fieret linea terræ ; quòd verò relinquatur, aut auferatur nihil facit. Idem dicendum eſt de planis HCI, idem de planis ſuperioribus, eandem enim oculus ad ea plana habitudinem habet, ac ad plana infra oculum poſita, & omnes demonſtrationes æqualiter illis quadrant ut applicanti patebit. Quod monere volui, quia ſæpe accidit ut hoc modo ſibi impoſita inveniamus plana, ſive omnino perfecta, ſive ex parte tantum apparentia ; ut dum delineantur gradus,

PROPOSITIO XXIV.

Theorema.

Omnes praxes ſupra tradita pro planis horizontalibus, vim ſuam obtinent in planis verticalibus ad tabellam rectis, excepto primario.

Hæc propoſitio hunc librum adhuc univerſaliorem reddit : ſit ergo punctum principale A,



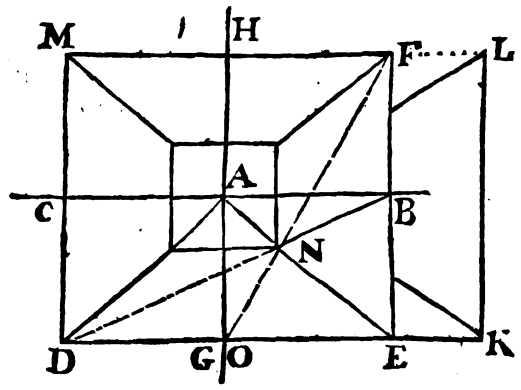
linea horizontalis B C, puncta diſtantiæ B & C quibus reſpectu plani horizontalis D A E uſi ſumus ad praxes quaſcumque perficiendas ; aſſero non tantum in plano horizontali F A M, iiſdem punctis utendum eſſe & eaſdem praxes adhibendas ; ſed etiam in planis verticalibus FAE, DAM, item in plano verticali L A K, modò iſta omnia plana inteliigantur ad tabellam recta, excepto tamen primario verticali per oculum tranſeunte, cujus apparentia erit linea recta, H G.

Ratio eſt, quia oculus eandem habitudinem habet ad planum verticale E A F, quam habet ad planum horizontale DAE ; quod enim pedes inſiſtant plano horizontali, & non inſiſtant plano verticali, hoc nihil facit ad viſionem. Quare ſi

loca

Digitized by Google

loco lineæ horizontalis B C, quæ eſt parallela lineæ terræ D E, ducatur linea primaria verti-



calis, per punctum principale A, quæ ſit HG, & conſequenter quæ ſit parallela lineæ verticali E F, & in ea notentur puncta diſtantiæ G, & H, eodem modo operari poteris in verticali plano E A F, utendo punctis diſtantiæ G & H. Sit enim dividenda linea A E, prout pertinet ad planum horizontale DAE, ducatur ex puncto D, diagonalis DB, ad punctum diſtantiæ B, quæ fecet radium AE in puncto N, eritque NE, apparentia lineæ æqualis ipſi D E; ſit linea verticalis E F æqualis lineæ D E, ducaturque ex puncto F, diagonalis FG ad punctum diſtantiæ G, dico illam diagonalem tranſire per idem punctum N.

Demonſtratio. Triangula A B N, D E N ſunt æquiangula propter parallelas, ut ſupra demonſtravi; ergo ut A B ad DE; ita AN ad N E; ſed AB eſt æqualis lineæ AG, utraque enim eſt æqualis diſtantiæ oculi à tabella, ſunt item lineæ D E, E F æquales; pariter triangula AGN, E N F ſunt æquiangula, & (*per 6. 6. Eucl.*) ita eſt AG ad F E, ſicut A N ad N E, ergo in utroque caſu linea AE in eodem puncto N dividitur.

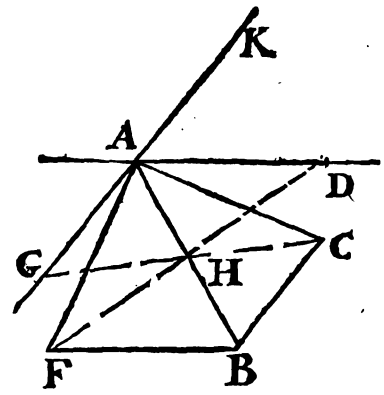
Cæteræ praxes ſunt omnioò eædem, ut eas applicanti patebit. Volui autem hoc etiam monere, quia video plurimos, etiam authores dum aliquid delineandum eſt in plano verticali, recurrere ad planum horizontale, cum tamen tam facilis ſit operatio in verticali, quàm in horizontali. Addo quod ſæpè puncta diſtantiæ inveniri non poſſint in linea horizontali quæ in primaria verticali inveniri poſſent. Hæc conſideratio mentem ſemper acuit, docetque quid in hac materia fiat.

PROPOSITIO XXV.

Theorema.

Praxes omnes hujus libri vim ſuam obtinent in omni plano, ad tabellam recto, etiam ad horizontem inclinato.

Ut magis adhuc latè pateat hujus libri uſus; aſſero ſuperiores omnes praxes valere, reſpectu plani cujuſcumque ad tabellam recti, licèt ad horizontem inclinati, cujus communis ſectio cum



tabellâ ſit BC. Ducantur radii BA, CA ad punctum principale A, ſint puncta ordinaria diſtantiæ D, & E, ſitque dividendus radius AB utrique communis. Ducatur verbi gratia diagonalis F D, ad punctum diſtantiæ D ſecans radium A B, in puncto H, ducatur linea GK parallela lineæ BC communi ſectioni plani propoſiti cum tabella, quæ linea K G vices obeat horizontalis, atque adeò in eâ ſumantur puncta diſtantiæ K & G, ſitque BC æqualis lineæ F B, & ducatur linea CG, dico illam tranſire per punctum H, atque adeo ſicut H B eſt apparentia lineæ æqualis ipſi F B (*per 22. 1. hujus*) ita etiam habeatur idem utendo lineâ BC tanquam lineâ terræ.

Demonſtratio. Cum triangula AHD, FHB ſint æquiangula, erit ut AD ad FB, ita AH ad HB: ſed AD eſt æqualis ipſi AG, ſicut & FB, ipſi BC, pariter in ſecunda diviſione, ita eſt AG ad BC, ſicut AH ad HB; igitur in utroque caſu eodem modo dividitur AB in puncto H, quod erat demonſtrandum.

Hæc notatio utiliſſima eſt, quotieſcumque corpora inclinata delineanda ſunt.

Multa quidem ad planum horizontale ſpectantia, per puncta quæ vocant accidentalia perfici poterant, quæ de induſtria in librum quartum rejecta ſunt; ne Tyronum mentem tot difficultatibus ſimul coacervatis obrueremus.

Digitized by Google

PERSPECTIVÆ LIBER TERTIVS.

Scenographia.

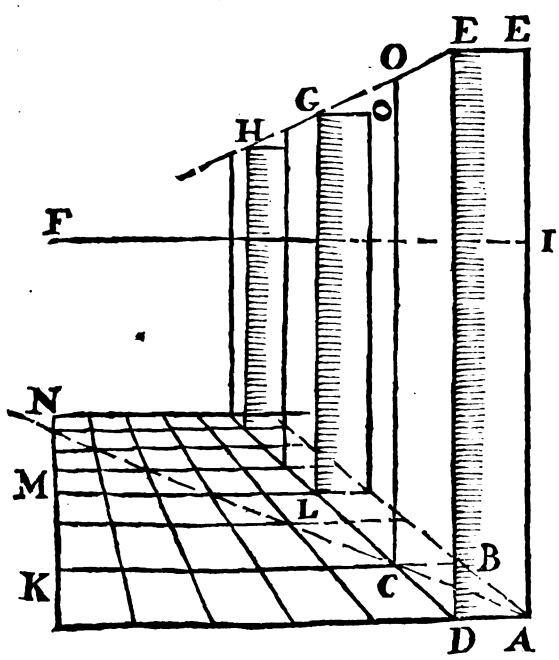
POSTQVAM fundamenta ædificii noſtri jecimus, dum omnem Ichnographiam perſpectivè repræſentare docuimus, reſtant nobis parietes erigendi; eodem enim modo procedit ars iſta, quo Architectonica, quæ ubi ædium baſes, & fundamenta ſtatuit, ad culmen uſque totum opus perducit. In hoc autem negotio, difficultas maximè poſita eſt, quòd ea ſint oculis ſubjicienda quæ in diverſis ſuperficiebus poſita ſunt. In quo unum notandum eſt, cum corpus non omnem ſuperficiem exhibeat, ſed nonnullas ut ita dicam abſcondat; ita aptatæ ſint hujus ſcientiæ regulæ, & præcepta ut illa exhiberi non poſſint, quæ verè & realiter in objecto deliteſcunt.

PROPOSITIO I.

Theorema.

Linea omnis parallela lineæ terræ & radiis diviſa in partes æquales, eſt menſura, omnium altitudinum in eâ erigendarum; immò & omnium linearum in plano verticali per eam ducto exiſtentium.

Hæc propoſitio eſt univerſaliſſima, & ab aliquibus exiſtimatur poſſe ſufficere artificibus, ut



opus ſuum omne abſolvant. Primò ergo ſupponit hæc propoſitio, pavimentum, ſeu planum horizontale, diviſum eſſe perſpectivè in quadrata æqualia, quale eſt pavimentum A N, in quo conſequenter ductæ ſint quam plurimæ parallelæ, lineæ terræ; quæ in partes realiter minores dividantur, quàm linea terræ AK, quæ tamen ſint apparentiæ linearum æqualium, diviſionibus lineæ terræ. Hoc ſi ſciant perficere Tyrones quod facillmum eſt; ope hujus propoſitionis facilè cætera perficient, ſicut ergo linea terræ eſt prima menſura omnium linearum objectivarum: ita etiam quælibet, illi æquidiſtans eſt menſura omnium linearum tam verticalium, quam inclinatarum, in eodem plano per ipſam ducto, deſcriptarum. Sit verbi gratia linea terræ diviſa in pedes, & conſequenter linea L M ipſi æquidiſtans diviſa in apparentias linearum pedalium, (*per 24.1.hujus*) dico ſi ſupra LM excitanda ſit altitudo verticalis pedum 8. eſſe aſſumenda octo intervalla, qualia in LM inveniuntur quinque.

Demonſtratio. Lineæ quarum ML, LG, ſunt apparentiæ, in eodem plano verticali, æquidiſtante tabellæ inveniuntur, ergo (*per 8.1.hujus*) obſervant eandem habitudinem inter ſe, & eodem modo earum apparentiæ decreſcunt, ſecundum rationem diſtantiæ oculi à tabella, & diſtantiæ plani objectivi ab eodem oculo, propter quam rationem diximus (*in eadem propoſitione*) omnes figuras objectivas in plano tabellæ parallelo deſcriptas, habere apparentias ſibi ſimiles.

Non tantum autem altitudo perpendicularis L G, deſumitur penes lineam M L tanquam ejus menſuram, ſed etiam tranſverſalis quæcumque ut L O, ſi duceretur; modò tamen in eodem plano verticali per LM, & LG ducto deſcribatur.

Hoc principium univerſaliſſimum eſt, ideoque benè addiſcendum, & in decurſu, etiam dum alias praxes tradam, indicabo hoc principium applicari facilè poſſe.

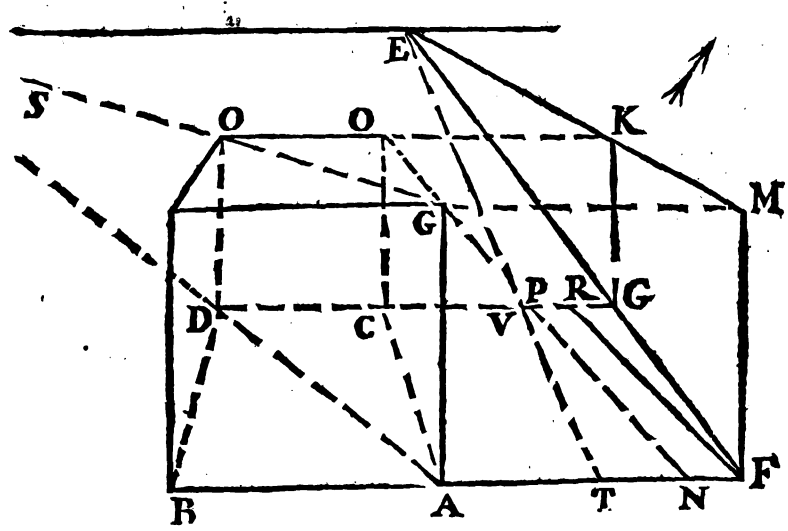
PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO II.

Theorema.

Duæ lineæ in eodem puncto horizontalis lineæ concurrentes, in verticalibus, abscindunt apparentias linearum æqualium.



Sint duæ lineæ ME, FE, concurrentes in eodem puncto E lineæ horizontalis, in quas cadant duæ lineæ verticales MF, KG, dico lineas MF, KG, esse apparentias linearum objectivarum æqualium.

Demonstratio. Sumantur lineæ FE, ME, pro apparentiis linearum objectivarum horizontalium, (*per 14. hujus*) illæ lineæ objectivæ horizontales parallelæ erunt, parallelæ item sunt lineæ objectivæ verticales quarum MF, KG, sunt apparentiæ, igitur quadrilaterum F K est apparentia parallelogrammi, ergo GK, FM sunt apparentiæ linearum æqualium quod erat demonstrandum.

In hoc exemplo lineæ horizontales quarum ME, FE sunt apparentiæ non sunt in eodem plano horizontali, sed in eodem plano verticali, quælibet tamen est linea æquidistans horizonti.

Eadem propositio valet si ambæ essent in eodem plano horizontali ut si lineæ T E, F E sint apparentiæ duarum linearum, in eodem plano horizontali existentium, (*per 14.1. hujus*) illæ lineæ essent parallelæ; item lineæ quarum FE, TE, sunt apparentiæ, æquidistant inter se; ergo quadrilaterum TG, est apparentia parallelogrammi, igitur TF, & VG sunt apparentiæ linearum æqualium.

COROLLARIUM.

Ex hoc sequitur non tantum lineas concurrentes ad punctum principale, sed etiam quascumque alias convenientes in quocumque puncto lineæ horizontalis, secare parallelas lineæ terræ in apparentias linearum æqualium.

Addo tertiò quia lineæ ME, FE sunt apparentiæ linearum parallelarum, item lineæ F E, T E, lineæ ME, TE, erunt apparentiæ parallelarum, si ducerentur lineæ MT, KV, (quæ ductæ non sunt, vitandæ confusionis gratiâ) illæ in quam essent apparentiæ, linearum æqualium.

PROPOSITIO III.

Problema.

Cubum perspectivè delineare.

Sit cubus delineandus, cujus latus sit AB, ductis ad punctum principale radiis AC, BD, ducatur diagonalis AS ad punctum distantiæ S, quæ secet radium B D in puncto D, per quod agatur parallela DC, atque ita (*per 1.2. hujus*) descripta est basis cubi. Excitetur perpendicularis AG æqualis lineæ AB, quia (*per primam hujus*) omnis linea terræ, aut illi parallela est mensura altitudinum supra illam excitandarum, perficiatur quadratum BG. Excitentur perpendiculares CO, DO æquales lineæ DC, (*per 1. hujus*) ductisque GO, GO, item OO absolutum erit opus ut patet.

Poterat alio modo perfici, si nempe ducerentur radii GO, GO ad punctum principale, excitarenturque perpendiculares CO, DO donec occurrerent radiis GO, GO, perfectum pariter esset cubus.

Demonstratio etiam facilis est. Cum enim radii AC, GO sint apparentiæ linearum parallelarum, utpote rectarum ad tabellam, item lineæ verticales AG, CO sint pariter apparentiæ linearum parallelarum; quadrilaterum AO erit apparentia parallelogrammi, in quo cum angulus CAG sit apparentia anguli recti. Nam radius repræsentat lineam ad tabellam rectam, atque adeo quæ cum omni linea in tabella ducta facit, angulum rectum, vel melius, linea CA est apparentia lineæ horizontalis & AG lineæ verticalis, igitur angulus CAG est apparentia anguli recti.

Item linea A C est apparentia lineæ æqualis, rectæ AB; ergo & rectæ AG ipsi æqualis. Igitur quadrilaterum AO est apparentia quadrati.

Tertia praxis erit si productis lineis B A, G G,

Digitized by Google

ut libuerit in F & M, ductaque verticali FM, producatur linea DC, uſque ad G, & per G excitetur perpendicularis GK, per punctum K, ducatur parellela lineæ terræ, donec occurrat lineæ verticali CO. Dico C O eſſe perſpectivè æqualem lineæ AG, eſt enim A G æqualis ipſi FG : FG autem eſt æqualis lineæ GK,GK ipſi CO;ergo AG, CO perſpectivè ſunt æquales & hic modus videtur univerſalior, & facilè demonſtratur per propoſitionem ſecundam hujus.

Quarta praxis erit ducta linea FE, ſi linea FT ſit æqualis vel dimidia lineæ A G, linea GV pariter erit æqualis, vel dimidia lineæ CO.

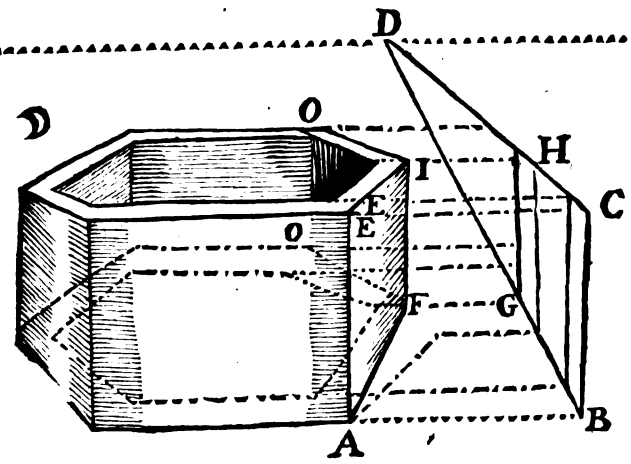
Quinta praxis erit ſi duobus radiis utamur, nempe ductis radis NP, FR, ſi NF ſit tertia, v. g. pars lineæ AG, PR pariter erit tertia pars lineæ C O. Quia (*per 1.hujus*) diviſiones lineæ C O, ſunt menſura altitudinum, quæ ſupra eam excitari poſſunt.

PROPOSITIO IV.

Problema.

Corpus exagonum delineare.

Primò (*per librum præcedentem*) delineetur Ichnographia exagoni. Ex angulo ejus A, ducatur linea AB parallela lineæ terræ,in qua ducatur



linea verticalis BC,quæ ſit æqualis altitudini corporis. Ducantur B D, C D ad quodcumque punctum horizontalis lineæ. Excita in ſingulis angulis perpendiculares, verbi gratia in puncto F, lineam F I : item ducatur ex eodem puncto F linea FG parallela lineæ terræ, exciteturque verticalis GH,per H ducatur linea HI, occurrens perpendiculari F I ; dico altitudinem F,I æqualem eſſe perſpectivè altitudini AE. Nam AE,BC æquales ſunt B C, G H perſpectivè æquales ſunt (*per 2.hujus*) GH, FI ſunt etiam æquales ; igitur AE, F I ſunt æquales. Idem præſta in aliis angulis, & corpus cum ſua elevatione deſcriptum erit.

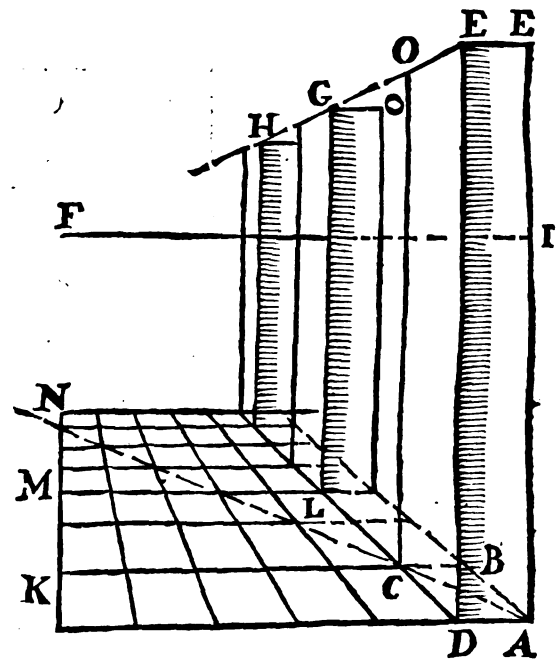
Alio modo idem præſtare poteris. Erectâ enim linea AE ad libitum, linea A F producatur uſque ad lineam horizontalem ; ſi ad idem punctum lineæ horizontalis ducas lineam ex puncto E,habebitur linea E I, & hoc per ſecundam hujus. Idem præſta circa reliquos angulos : nempe lineæ F O, IO concurrunt ad idem punctum lineæ horizontalis. Unde quæcumque lineæ ſunt apparentiæ linearum horiſontalium parallelarum inter ſe, & non æquidiſtantium tabellæ, concurrunt in eodem puncto lineæ horizontalis tabellæ.

PROPOSITIO V.

Problema.

Paraſtades directè oculo oppoſitas, perſpectivè delineare.

Quamvis in hoc exemplo non ſit peculiaris difficultas, ut tamen iſta præcepta altiùs menti



hæreant, exempla multiplicare libet. Sint igitur Paraſtades, ſeu priſmata quadrata erigenda, & certis intervallis diſponenda. Primò quidem ſi pavimentum ſit in quadrata æqualia diviſum, id nullo negotio perficies, præcipuè ſi quadrata ſint æqualia baſibus priſmatum. Aſſumatur verbi gratiâ primum quadratum A B C D pro baſi unius priſmatis. Ex ſingulis ejus angulis excitentur perpendiculares DE, AE, CO, & quia AE, DE, eidem lineæ parallelæ inſident ; fiant æquales,unde linea E E parallela erit lineæ terræ. Ex puncto E, ducatur linea E F ad punctum principale F, hæc linea E F omnes altitudines determinabit. Et per puncta G, & H ducendæ ſunt rectæ, parallelæ lineæ terræ. Quia ut dixi quæcumque altitudines eidem parallelæ inſident, ſi repræſentent lineas, æquales ; etiam æquales eſſe debent (*per primam hujus.*)

Aliter operari poteramus (*per primam hujus*) utendo nempe linea AD tanquam menſura ad determinandam altitudinem D E, & lineâ M L ad definiendam altitudinem L G ; ſed hæ duæ praxes in idem recidunt.

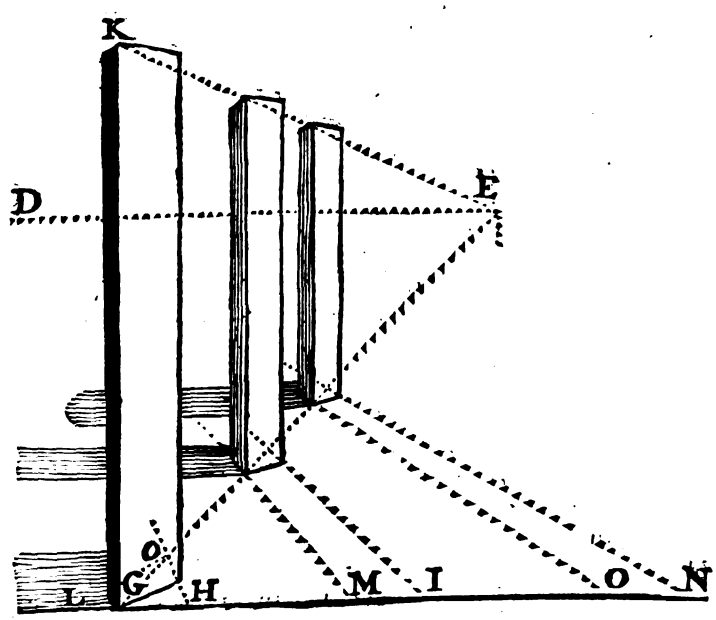
PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO VI.

Problema.

Paraſtades obliquè viſas delineare.



Sint collocandæ Paraſtades ſecundùm lineam ad tabellam rectam, ita tamen ut quælibet obliquè oculo objiciatur. Ducatur radius GE, in quo collocari debent anguli paraſtadum, primò fiat Ichnographia baſis primæ paraſtadis (*per nonam ſecundi hujus*) nempè hinc inde abſcindatur linea GH, MI, utraque æqualis diametro quadrati, quod debet eſſe baſis primæ paraſtadis; ductiſque lineis ID, HD, ad puncta diſtantiæ, ſe interſecantibus in puncto O; item aliis duabus ex puncto G, perfectum erit primum quadratum. Ut habeas baſin ſecundæ paraſtadis, ſit GM æqualis diſtantiæ, quâ diſtare debet à prima, ſitque MI æqualis lineæ GH, ductiſque diagonalibus ID, MD, interſecantibus radium GE, ex quibus, ſi ad aliud punctum diſtantiæ ducas duas lineas, perfecta erit ſecunda baſis. Sit linea GO æqualis diſtantiæ tertiæ paraſtadis à prima, ſitque pariter ON æqualis lineæ GH, atque hoc modo perficies tertiam baſin.

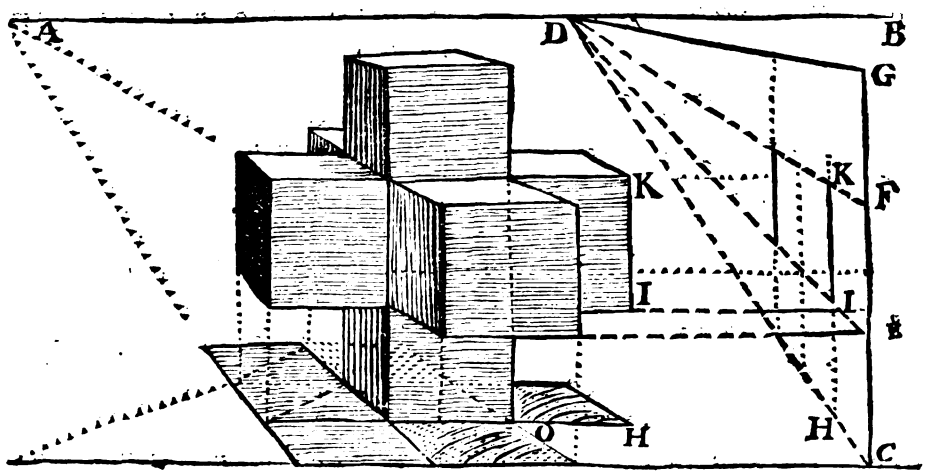
Excitatis perpendicularibus, ſit GK æqualis altitudini paraſtadum, ſuppono enim, eas eſſe æquè altas, ducatur linea KE, in eâ finietur altitudo primi anguli, à quo angulo lineæ omnes ad puncta diſtantiæ ducendæ ſunt, quia illæ lineæ baſis ſuperioris ſunt diagonales, hoc eſt latera quadrati obliquè viſi.

Demonſtratio totius progreſsûs facilis eſt, & quod pertinet ab baſes pendet ex ſuperiori libro; quod verò linea KE conjungat omnes angulos, facilè etiam patet, volumus enim paraſtadas in eadem linea ad tabellam rectâ collocari.

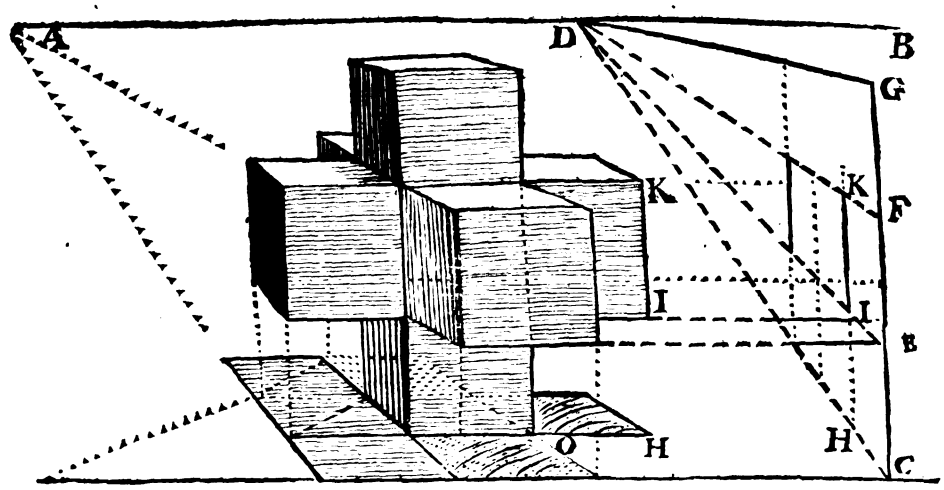
PROPOSITIO VII.

Problema.

Crucem duplicem delineare.



Sit punctum principale A, punctum diſtantiæ B, primò, per praxes præcedentis libri delineetur



neetur baſis crucis illius duplicis ; ſi enim novem quadrata directa deſcribas relictis quatuor, in quatuor angulis, habebis baſin propoſitæ crucis. Ut faciliùs elevationes determinentur, ad latus figuræ ſupra lineam tertæ, ducatur perpendicularis CG, in tres partes diviſa, quia in propoſitâ cruce tres ſunt elevationes. Ad quodcumque punctum D lineæ horizontalis ducantur lineæ C D, ED, FD, GD, & paratum erit, ut ita dicam, inſtrumentum, ad omnes elevationes crucis propoſitæ delineandas.

Uſus autem talis erit. Sit determinanda altitudo brachii IK ; ex puncto H baſis ejus, ducatur parallela lineæ terræ HH, uſque ad lineam C D, & per punctum H, ducatur perpendicularis H I K, ſecans lineas ED, FD, in punctis I, & K ; per quæ puncta ducantur parallelæ II, KK, occurrentes perpendiculari HK in punctis I & K, & determinata erit altitudo brachii IK.

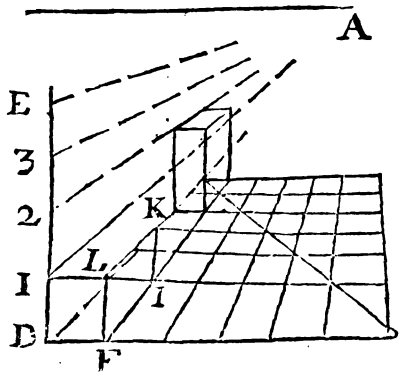
Demonſtr. facilis eſt. Lineæ CE, HI, perſpectivè æquales ſunt ; HI, & H I ſunt etiam æquales, cum ſint apparentiæ parallelarum, & connectant apparentias parallelarum.

Poteramus idem præſtare faciliùs, utendo ſcilicèt OH, tanquam menſura lineæ verticalis ſibi inſiſtentis, quare cum hæc crux deſcribenda ſupponatur habere omnia latera æqualia, lineæ OH, HI, IK æquales erunt. Unde non erat opus, ad latus figuræ ducere lineas CD, ED & cæteras. Quod præſtitimus circa elevationem H K ; faciendum eſt circa reliquas elevationes.

PROPOSITIO VIII.

Problema.

Multa parallelepipeda directò viſa delineare.



Sint multa parallelepipeda, diverſæ magnitudinis perſpectivè delineanda. Facilitatis causâ, pavimentum dividatur in quadrata directè viſa, tum in utroque figuræ latere excitetur perpendicularis DE, diviſa in partes æquales, & per ſingula diviſionis puncta, ad punctum principale A, aut quodcumque aliud ducantur lineæ 1A, 2A, 3A, 4A. Supra primum quadratum DI, ſit excitandum parallelepipedum altitudinis unius pedis. Excitatis perpendicularibus, ex puncto I, ducatur parallela LI, quæ determinabit altitudinem FL, ductoque radio LK ad punctum principale A ; ubi occurret perpendiculari I K in puncto K, erit altitudo ſecundæ perpendicularis, vel dabitur altitudo IK, ex radio LA. Poteramus etiam uti parallelis lineæ terræ, tanquam menſuris perpendicularium ſibi inſiſtentium.

Idem præſtabis circa reliqua parallelepipeda, neque occurrit circa hoc alia difficultas.

PROPOSITIO IX.

Problema.

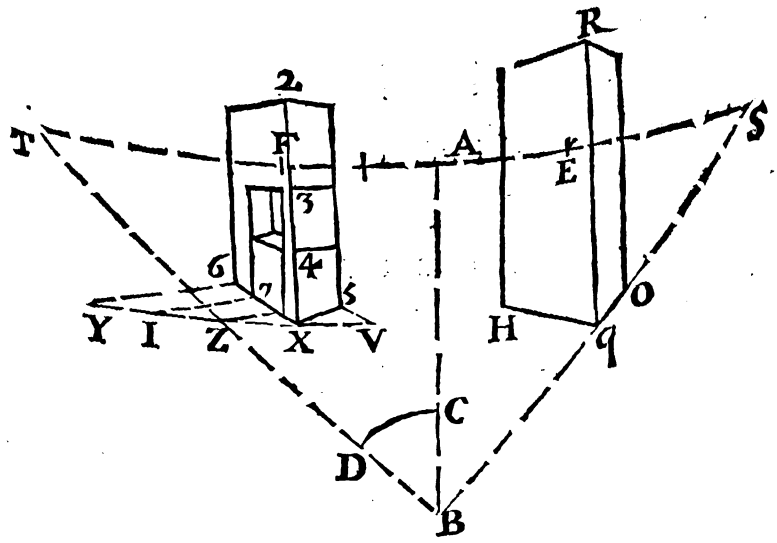
Parallelepipeda quomodocumque obliquè viſa delineare.

In propoſitione 6 paraſtades obliquè viſas delineavimus, hoc eſt, ita ut angulus oculo oppone-retur, earumque latera cum lineâ terræ, aut parallelis eius, angulum ſemirectum comprehenderent, hoc eſt perſpectivè tenderent ad puncta diſtantiæ. Hîc tradimus praxin univerſaliorem, volumuſque detorquere parallelepipeda in omnem partem, ita ut quemcumque voluerimus angulum efficiant cum lineis ad tabellam rectis. Sit igitur punctum principale A, linea AB ſit perpendicularis ad lineam horizontalem, & æqualis diſtantiæ oculi. Ex puncto B, fiat arcus circuli CD, ſitque CD, quotcumque graduum volueris, ſecundùm angulum quem voles comprehendi à lateribus parallelepipedi, & lineâ ad tabellam recta. ducatur linea BD, attingens lineam horizontalem in puncto T, ad lineam BD, ſit perpendicularis BS, ſecans horizontalem in puncto S, tum facilitatis gratia divide pavimentum in quadrata, quorum latera tendant in puncta T & S, quaſi eſſent puncta diſtantiæ. Aſſero latera quadratorum ad punctum T tendentia, angulum comprehendere cum lineâ quâcumque ad tabellam rectâ, æqualem angulo CBD.

Demonſtratio. Intelligatur linea AB ita elevari, ut ſit ad tabellam recta, & cùm tabella ſit verticalis, linea AB erit horizontalis, & pariter totum triangulum TBS erit parallelum horizonti,

&

Liber III.



& consequenter lineæ BT, BS horizontales erunt. Cum ergo lineæ verbi gratia QT, quæ sunt apparentiæ linearum horizontalium conveniant, in puncto T, lineæ horizontalis (*per* 14. 1. *hujus*) erunt apparentiæ linearum parallelarum lineæ BT; ergo lineæ quarum QT, sunt apparentiæ, comprehendent cum lineâ quacumque ad tabellam rectâ, & consequenter parallelâ lineæ AB, angulum æqualem angulo CBD. Quare si supra hujusmodi lineas parallelepipeda excitentur, eorum latera prædictum angulum, cum lineis ad tabellam rectis comprehendent.

Si igitur in puncto Q, excites perpendicularem QR, cujuscumque altitudinis. Item in punctis O & H, ductis ex puncto R ad puncta accidentalia T & S, lineis R T, R S, determinabuntur cæteræ altitudines.

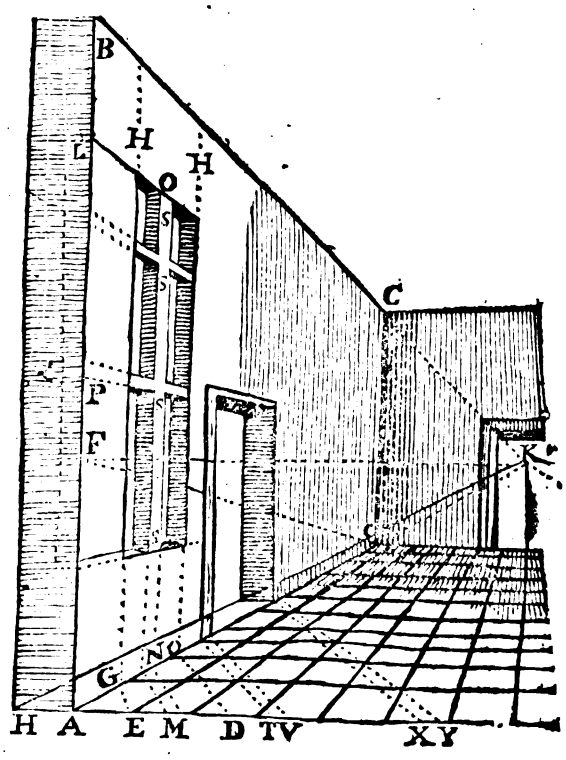
Idem præstare poteris etiamsi pavimentum non fuerit divisũ in quadrata. Si enim ex puncto X, ducas lineas XT, XS, & ad determinandâ crassitiem muri, verbi gratia, sumatur linea XV, volunt nonnulli duci lineam V T, quæ secet in puncto S, lineam XS; existimantque lineam X S, esse apparentiam lineæ æqualis ipsi X V. Sed hoc est falsum, ut satis ostendam suo loco, nisi punctum T sit principale, & punctum S, punctum distantiæ. Quare accipienda esset SF, æqualis lineæ SB, ducendaque linea XF, quæ daret lineam XS, æqualem perspectivè lineæ XV. Excitatâ perpendiculari X 2, ex puncto 2, ducendæ sunt lineæ 2 T, 2 S.

Si velis longitudinem X 6 determinare, sumatur linea X Y, æqualis lineæ cujus X 6, debet esse apparentia. Quod si delineanda sit in medio fenestra, sint X I, X Z, æquales lineis quarum apparentiæ debent esse, lineæ X 7, & tunc sumptâ lineâ TE, quæ sit æqualis lineæ TB, duc lineas occultas YE, IE, ZE, secantes lineam XT, in puncto 7, per quod excitabis perpendicularem; pro determinandâ fenestrâ accipiatur intervallum 4 5 ad libitum, ducanturque lineæ 3 T, 4 T, secantes perpendiculares, atque ita perficies fenestram. Non affero hic rationem cur sumendæ sunt lineæ TE, SF, æquales lineis TB, SB, hoc demonstrabo suo loco.

PROPOSITIO X.

Problema.

Ianuas & fenestras in ædibus aptè collocare.



Facto pavimento per superiorem, seligatur crassities muri AH, ducantur duo radii A K, HK quorum ultimus sit invisibilis. Sit primò construenda porta in muro AC. Sit linea AV, æqualis profunditati ad quam delineanda est porta VX, sit latitudo portæ, TD, XY, sit latitudo postium, linea AP, sit latitudo portæ, ducantur lineæ TF, VF, XF, VY ad punctum distantiæ F, & in punctis in quibus à diagonalibus illis secatur radius A K, excitetur perpendicularis A P, ducto radio P K, habebitur altitudo portæ, cætera per se patent.

Eodem modo delineabitur fenestra, si linea AE, fiat æqualis distantiæ fenestræ ab extremitate AB, linea EM dimidiæ fenestræ, & linea MD, sit alteri dimidiæ fenestræ æqualis, tum ductis diagonalibus EF, MF, DF ad punctum distantiæ F, secabitur radius in punctis G, N, O, in quibus excitandæ erunt

Digitized by Google

perpendiculares GH, NO, variæ autem feneſtrarum altitudines notabuntur in linea AB, tales erunt lineæ AI, AP, AL; ductis enim ex punctis I, P, L, radiis ad punctum principale K determinata erit feneſtrarum figura cætera uſus docebit.

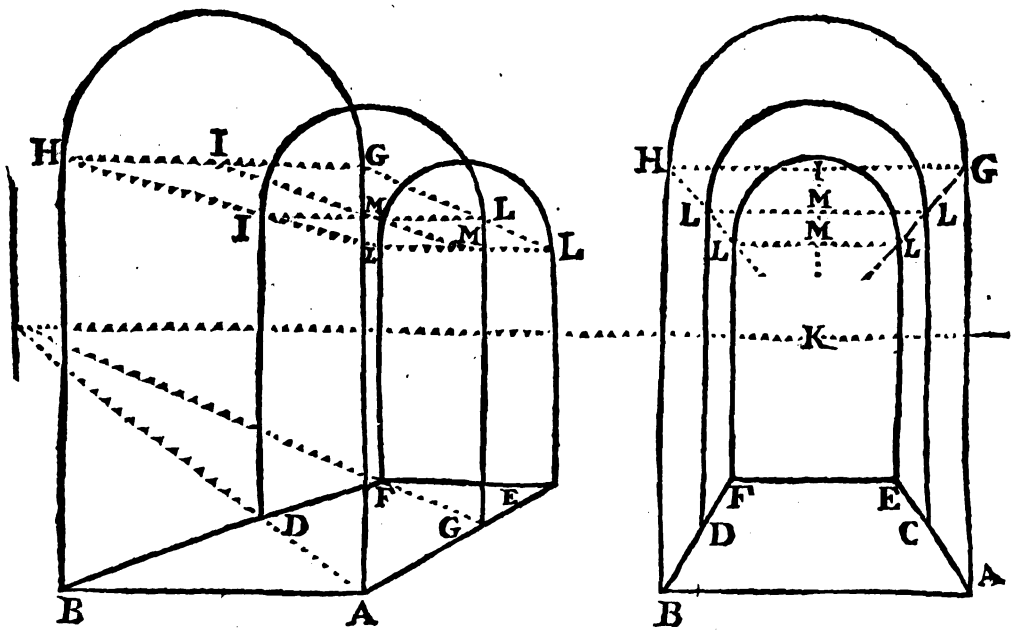
Hæc feneſtra totam muri craſſitiem obtinet, communiter autem feneſtræ mediam tantum mutorum craſſitiem ſibi vendicant, & tunc non extremus radius AK, aut HK, dividendus eſt diagonalibus, ſed radius medius.

In iſta praxi nihil eſt, quod demonſtratione indigeat, quia omnia jam ſupra demonſtrata ſunt.

PROPOSITIO XI.

Problema.

Plurimos arcus in planis tabellæ parallelis delineare.



Sint plurimi arcus delineandi in planis verticalibus tabellæ parallelis, ſive punctum principale ſit in medio, atque adeò directè videantur tales arcus: ſive punctum principale ſit ad latera, ſupra lineam AE, excitentur duæ perpendiculares HB, AG, uſque ad initium arcus ex A, B, H, G; ducantur radii ad punctum principale K. Si velis ſecundi arcus planum diſtare à primo, quanta eſt linea AB, ducantur ex A & B, duæ diagonales ad puncta diſtantiæ, quæ in radiis AK, BK, dabunt puncta C & D. Si velis tertium arcum æqualiter diſtantem ex D & C, pariter duc diagonales ad puncta diſtantiæ, quæ in radiis AK, BK, dabunt puncta F & E, in punctis C, D, E, F, excitentur perpendiculares DL, CL, FL, EL, donec occurrant radiis GK, HK. Ducantur lineæ GH, LL, LL, quæ bifariam ſecentur in punctis I, M, M, ex puncto I, ut centro intervallo IG, deſcribatur circulus, item ex punctis M, intervallis LM; ducantur ſemicirculi, & erunt abſoluti tres arcus, quos aſſero eſſe apparentias arcuum æqualium.

Demonſtratio. Primò cum radii AK, BK, GK, HK, ſint apparentiæ linearum ad tabellam rectarum, & conſequenter parallelarum inter ſe; item lineæ AG, BH, DL, CL, ſint apparentiæ linearum verticalium, & conſequenter parallelarum, (*per* 34. 1.) erunt AG, CL, apparentiæ linearum æqualium. Ita oſtendam lineas GH, LL, eſſe apparentias linearum æqualium; & conſequenter ſemicirculos deſcriptos, eſſe apparentias circulorum æqualium. Arcus item erunt ejuſdem altitudinis, ut pote qui ſupra altitudines AG, CL, addunt ſemidiametrum ſuam.

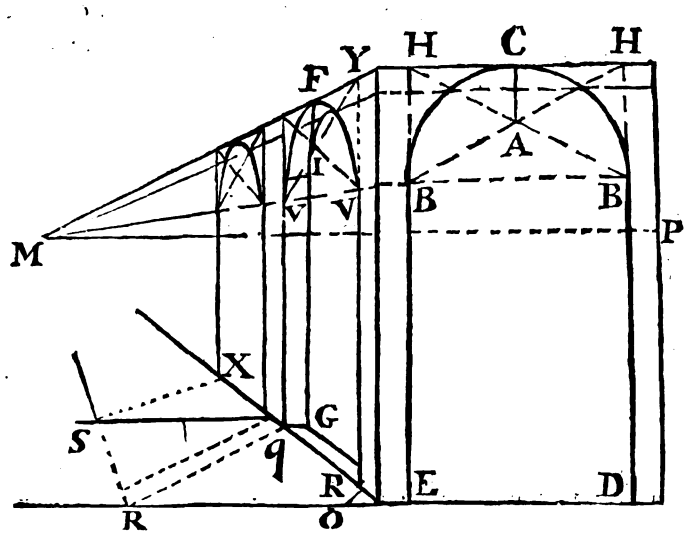
PROPOSITIO XII.

Problema.

Fornices in plano ad tabellam recto delineare.

Sint fornices in plano verticali ad tabellam recto delineandi; Sitque unus, in plano parallelo tabellæ delineandus, qui ſit cæterorum menſura ſupra ejus lineam BB deſcriptum ſemicirculum, intra rectangulum comprehendes, productis lineis EB, DB, uſque ad H, ductaque lineâ HH, ducantur item diagonides BH, BH ſe interſecantes in puncto A, ex quo ad HH, duc perpendicularem AC: quibus paratis ſit punctum principale M, diſtantiæ P, ſintque RE, RO, æquales lineæ ED,

Item ducantur diagonales RP, OP, ſecantes radium EM, in punctis Q, R: quia autem linea terræ DO, non eſt ſatis longa, ut habeatur tertia diſtantia, ducatur linea SG, lineæ terræ parallela, donec



donec ſecet radium R M, in puncto S, tum ex S ad punctum diſtantiæ P, ducatur diagonalis S X, hæc dabit punctum X : clarum autem eſt radios RM, EM, eſſe apparentias parallelarum : igitur lineæ E G, E D, ſunt perſpectivè æquales : item lineæ E R, S T æquales ſunt (*per* 22. 1. *hujus*) ex punctis Q, R, T, X ducantur verticales QV, item diagonales V Y, ſe interſecantes in puncto I, per quod excitetur linea verticalis IF, in punctis Z ducatur linea curva, & perfectus erit arcus.

Demonſtratio. Hic arcus eſt æquè altus ac arcus BCB, & ſimilis omnino. Primò ejus baſis VV, debet eſſe perſpectivè æqualis & æquè alta ac BB, cum autem radius B M ſit apparentia lineæ æquè altæ ac BB, in eo inveniri debet baſis ſemicirculi cætera per ſe patent.

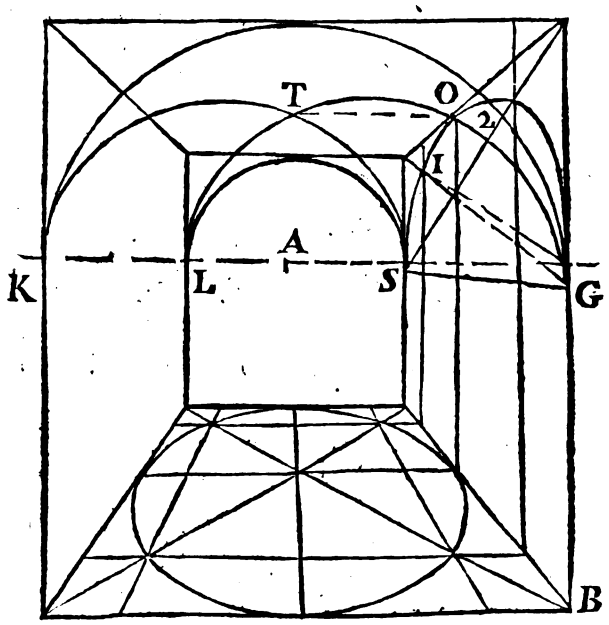
Si fuerit aliqua latitudo, communis praxis præcipit ut alius arcus fiat ſupra lineam q G priori omnino ſimilis per eandem praxin. Hoc tamen nimis operoſum judico, & nimis longum, immò confuſionem pareret : quare ducantur duæ, aut tres lineæ parallelæ & æquales, quarum extrema ſi linea curva conjungas, habebitur arcus ſecundus. In eo quidem fateor aliquid eſſe erroris; nam ſuperiores debent eſſe paulò longiores, ſed differentia eſt negligenda.

Juſſi autem lineam q G eſſe parallelam lineæ terræ, ſupponendo ſcilicet murum EM tendere ad punctum principale ; ſi enim punctum M eſſet punctum accidentale linea qG, ad aliud punctum accidentale ab illo quadrante circuli diſtans, quod docebitur ſequenti libro.

PROPOSITIO XIII.

Problema.

Decuſſatum fornicem delineare.



Primo quidem formetur eius baſis quadrata, & perſpectivè deſcribatur, immò & quadrato circulus inſcribatur; quò in plures partes diviſus erit, eò melius, ſit diviſus in octo, ſintque ductæ parallelæ, & totidem ex alia parte excitentur lineæ verticales, BG ſit altitudo initii arcus. Ducatur radius GA unde linea K G eſt diameter arcus,

qui cum deſcribatur in plano verticali, tabellæ parallelo ; diviſa linea G K bifariam habebitur ejus centrum ; pariter diviſa linea S L bifariam deſcribatur alius circulus, ſupra lineam GS duces verticales & tranſverſales ut in præcedenti, puncta 1. o. 2, conjunges lineâ curvâ.

Quia autem circuli diagonales ſunt ejuſdem

Digitized by Google

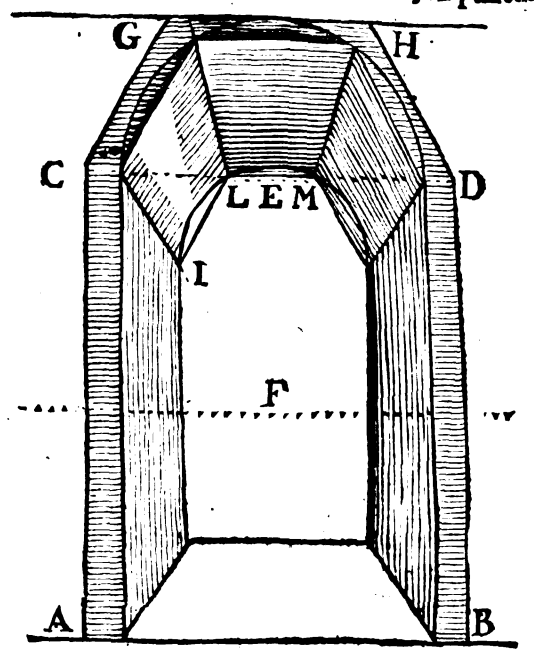
altitudinis cum circulis directè viſis, ducatur parallela O T, hæc dabit altitudinem arcuum radii diagonalium, per puncta L T G, ducantur arcus diagonales & perfecta erit operatio.

PROPOSITIO XIV.

Problema.

Fornicem polygonum delineare.

Fiat primò ejus Ichnographia excitenturque verticales lineæ ACBD altitudinem fornicis determinantes uſque ad initium arcûs, ducantur radii CF, DF, occurrentes lineis verticalibus in puncto I, & K, ducatur linea CD, quæ bifariam dividatur in puncto E, ex quo ut centro, intervallo EC, aut ED deſcribatur circulus in quotcumque volueris. Partes dividendus, formeturque polygonum C G H D. Pariter ducatur linea LM, dividenda bifariam, ſupra quam pariter deſcribatur ſemicirculus, ex punctis G, H ducantur radii GF, HM, ſecantes circulum minorem, in punctis

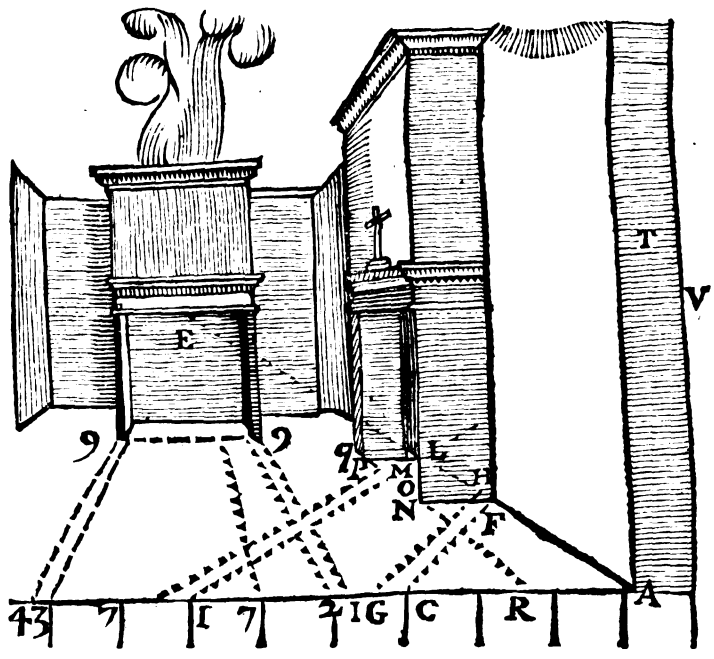


L, M, perficiaturque polygonum ILMK, & abſoluta erit deſcriptio.

PROPOSITIO XV.

Problema.

Cubiculum cum caminis delineare.



Sit primò delineandus caminus in plano tabellæ parallelo, ejus latitudo ſimul cum craſſitie murorum, ſignentur in linea terræ, ſintque 1,2, 3, 4, à quibus ducantur radii ad punctum principale E; ſignetur item illius extra murum projectus, ſitque 72. ducatur radius 75, à puncto diſtantiæ V ducatur diagonalis V56, quæ dabit in radio 2E, punctum 6, per quod agenda parallela 99; excitentur perpendiculares, ſeu lineæ verticales ex punctis 9, 9, 69, & perfectum erit opus. Fuiſſet quidem & notandus coronidis projectus; ſed operoſum eſt hæc minora ornamenta minutatim perſequi.

Sit alius caminus in plano verticali ad tabellam recto delineandus. Ejus projectio, notetur in linea terræ, ſitque AR, per punctum R agatur radius R E. Diſtantia camini à puncto extremo A, ſit AC, CG murorum craſſities; IG, latitudo camini K I, altera murorum craſſities; ducantur diagonales C, GV, IV, KV ad punctum diſtantiæ V ſecantes radium AE, in punctis F, H, L, M, per quæ agantur parallelæ FN, HO, LP MQ. Excitentur in punctis F, N, O, L, P, Q, lineæ verticales & abſolutum erit opus, excepta coronide quæ per ſe ſatis intelligitur.

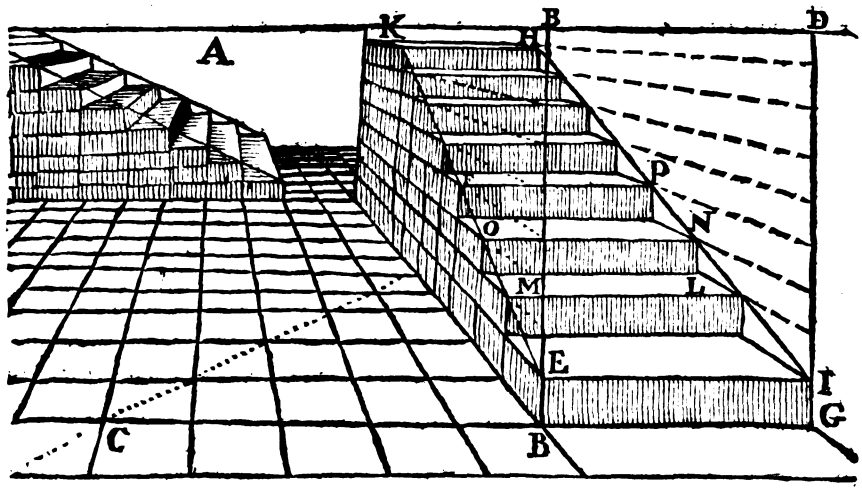
Si verò mutulis innitatur caminus, ut in parte ſiniſtrâ, eadem tamen praxis adhibetur, finguntur mutuli quaſi perfecti; ita eorum Ichnographia & baſis in pavimento notentur.

PROPO

PROPOSITIO XVI.

Problema.

De gradibus & ſcalis.



Sint delineandæ ſcalæ, primò ita ut progreſſus, fiat ſecundùm lineam ad tabellam rectam. Sitque totius ſcalæ latitudo BG. Ducantur hinc inde duæ lineæ verticales G D, BD, diviſæ in partes æquales ſecundùm altitudinem uniuſcujuſque gradus. Ducaturque radius BA notans baſin totius ſcalæ. Hæc linea B A dividatur in partes perſpectivè æquales, quod fit dividendo lineam BC in partes æquales, & ducendo diagonales ad punctum diſtantiæ: niſi fortè pavimentum jam eſſet diviſum in partes æquales. Sint ergo diviſiones lineæ BA, 1, 2, 3, &c. Ex quibus excitentur verticales. Ducantur item ex ſingulis diviſionibus lineæ BD radii ad punctum principale A occurrentes lineis perpendicularibus in punctis F, M, O, per quæ agantur parallelæ donec occurrant radiis ductis per diviſiones lineæ GD.

Poteramus id adhuc faciliùs exequi, inventa prima altitudine F E, & ultima, tunc enim lineæ E K, aut I H determinaſſent angulos ſingulorum graduum.

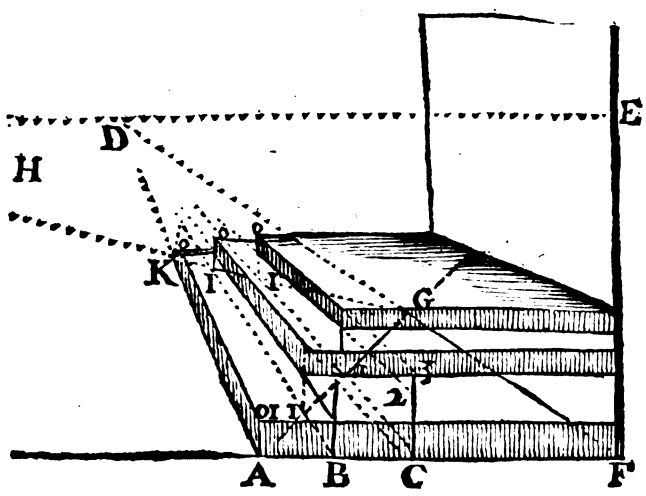
Si pavimentum diviſum eſſet in quadrata, facilior adhuc eſſet delineatio, nam diviſiones ſingularum parallelarum, poterant (*per primam hujus*) eſſe menſura perpendicularium ſibi inſiſtentium.

Aliæ ſcalæ in parte ſiniſtra figuræ adhuc faciliores, cum omnes graduum altitudines, ſint omni modo æquales, utpote in eodem plano tabellæ parallelo exiſtentes. Verbi gratia in determinanda linea S T, quæ facilè haberi poteſt per lineam diagonalem ductam ad punctum diſtantiæ.

PROPOSITIO XVII.

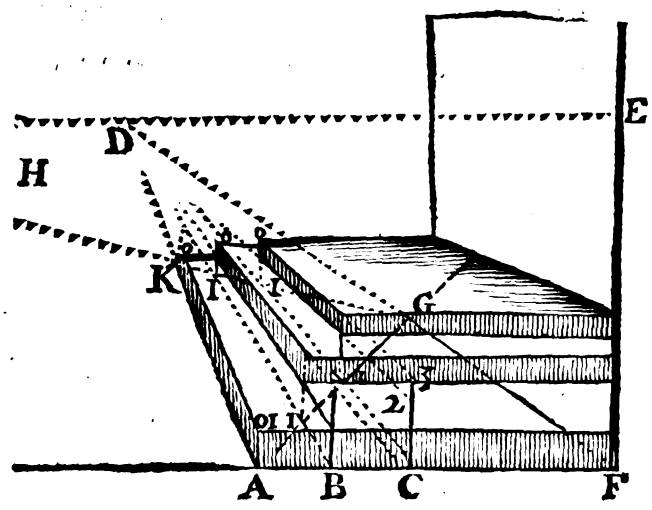
Problema.

Alterius generis gradus.



Sint alii gradus delineandi, quales figura oſtendit, verbi gratiâ, ſint tres gradus. In linea terræ, aut alia illi parallela magnitudo ſeu latitudo totius gradus infimi ſit AF, longitudo ſit AK; ſintque A B, B C æquales exceſſui gradus primi, ſeu inferioris ſupra ſuperiorem excitentur in H, B, C,

Digitized by Google



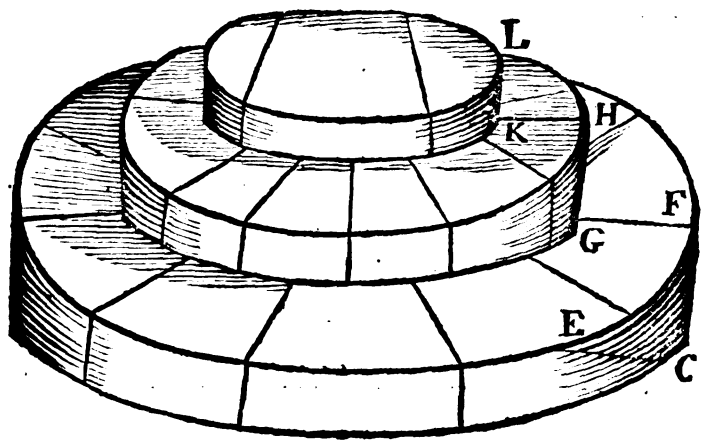
tres perpendiculares continentes altitudinem cujuſcumque gradus; tum per B, & C ducantur radii BD, CD. Item ex punctis 1, 2, 3 ducantur radii: quia autem volumus gradum inferiorem, excedere ſuperiorem ex omni parte, ex punctis A & K ducantur diagonales ad puncta diſtantiæ ſecantes radios BD,CD,in punctis I, I, I, I, in quibus excitentur perpendiculares. Prima igitur perpendicularis erit in A, continens unam menſuram ſeu altitudinem unius gradus, ductoque radio perficietur primus gradus. Secunda perpendicularis ſecabitur à radio 2D: in angulis ſecundi gradus. Tertia perpendicularis ſecabitur à radio 3 D, & ita deinceps.

Demonſtratio. Ductis radiis AD, BD, CD, & ductis diagonalibus AG, KG ad puncta diſtantiæ E & H, formatur Ichnographia omnium graduum in qua lineæ A B, B I ſunt perſpectivè æquales: item AC, C I; quare excitatis perpendicularibus, in punctis A, I, I, in A quidem quæ contineat altitudinem unius gradus, in I quæ contineat altitudinem duorum, & in puncto conſequenti quæ contineat altitudinem trium, ſecundũ praxin propoſitionis ſecundæ hujus; perficietur totum opus.

PROPOSITIO XVIII.

Problema.

Gradus rotundos delineare.



Sint gradus rotudi minores, & minores delineandi, quorum baſes, ſeu Ichnographiæ ſint concentricæ. Proponantur tres hujuſmodi. Fiant ergo (*per praxin Prop.*8.2.*hujus*) tres circuli concentrici,tanquam baſes ſingulorum graduum. Ad latus figuræ ducatur linea verticalis,in qua notentur altitudines graduum, debet autem communiter altitudo gradus commodi, eſſe dimidia pars latitudinis. Sit ergo hæc linea diviſa in tres partes,& ex ſingulis diviſionum punctis ad punctum quodcumque lineæ horizontalis ducantur radii: tum ex aliquibus punctis ſingulorum circulorum ducantur parallelæ uſque ad radium ex puncto C primi circuli, ducatur parallela, & perpendicularis C F, uſque ad ſecundum radium, quia primi gradus altitudinem quærimus. Per punctum F ducatur parallela, quæ perpendicularem EG ſecabit in puncto G, punctum pertinens ad ſuperiorem ſuperficiem primi gradus. Pariter ſit punctum H pertinens ad Ichnographiam ſecundi gradus; ducatur parallela H K, & perpendicularis K L, uſque ad radium proprium, quærimus enim altitudinem tertii gradus. Parallela occurrens perpendiculari H I, determinabit punctum I pertinens ad ſuperiorem ſuperficiem ſecundi gradus.

Demonſtratio. Lineæ E G, GH, KL, ſunt perſpectivè æquales, cum illæ quibus ſunt æquales ſint perſpectivè æquales.

Si pavimentum diviſum fuiſſet in quadrata, vel lineæ parallelæ in partes æquales, per radios iis uſi

usi essemus ad determinationem singularum altitudinum (*per 1. hujus*) & tunc non adhibuissemus hanc lineam, quam supposui ductam esse, & quæ non est ducta.

PROPOSITIO XIX.

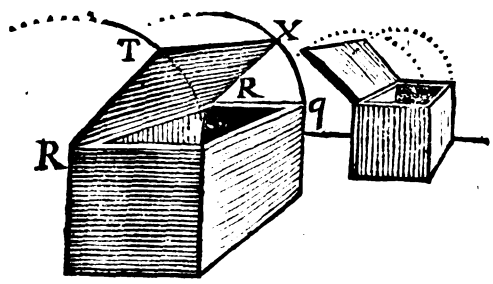
Problema.

De Aperturis portarum, fenestrarum, abacorum, & arcarum.

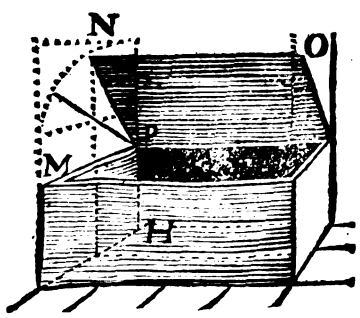
Multa sunt in ædibus quæ aperiuntur, & clauduntur, ut sunt januæ, fenestræ, abaci, arcæ, & cætera hujusmodi, quæ pro variâ aperturâ, variam etiam apparentiam efficiunt: & in fenestris, quidem portis, & abacis hoc habemus, nempe duo latera esse verticalia, alia duo esse horizontalia, & sibi invicem parallela. Quare eorum apparentiæ erunt aut parallelæ inter se, quoties earum plana sunt parallela tabellæ, aut convenient in aliquo puncto lineæ horizontalis; quod si distinctum sit, à puncto principali, aut à punctis distantiæ, erit punctum accidentale. Quamvis multa etiam sine punctis accidentalibus præstare possimus ope semicirculorum, nam ut plurimum portæ, & abaci non possunt aperiri nisi secundùm semicirculum. Distinguemus ergo hujusmodi aperturas.

Et primò faciliores trademus. Axis secundum quem fit motus, vel est horizontalis, vel verticalis. Si horizontalis adhuc subdistinguendum est, vel est ad tabellam rectus, vel tabellæ parallelus, vel ad tabellam obliquus. Hunc ultimum situm, utpote difficiliorem in sequentem librum, sicut & situm quemcumque inclinatum rejiciam.

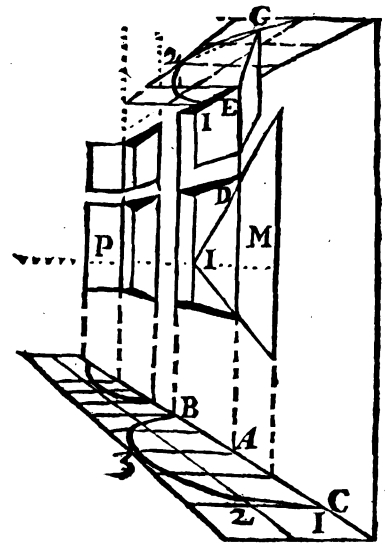
Sit primò arca RQ aperienda, axis circa quem fit operculi motus, est radius R R, perspectivè



ad tabellam rectus, ex puncto R ut centro, intervallo Rq fiat semicirculus, in quo seliges punctum T ad libitum; ex alio puncto R describes alium circulum priori perspectivè parallelum, ductoque radio TX, perfectum erit operculum, ductis lineis RT, RX.



Sit secundò arca aperienda, sitque axis motûs operculi, parallelus tabellæ, & horizontalis; atque adeo planum circuli ab extremitatibus operculi descripti, sit verticale ad tabellam rectum. Describantur perspectivè duo circulorum quadrantes aut semicirculi qualis est M N, seligaturque in eo punctum N, per quod agatur parallela NO, & perficietur operculum: describatur autem semicirculus ille (*per propos. 12. hujus.*)



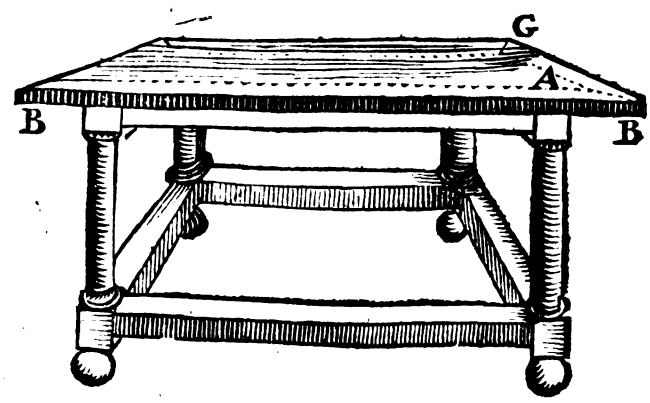
Sit tertiò aperienda porta aut fenestra, atque adeo, axis circa quem fit motus sit verticalis, (*per 8. Secundi hujus*) formetur semicirculus 1, 2, G, in plano horizontali superiori, sunt aliqui qui prius describunt talem circulum, in plano horizontali cui tabella insistit, qualis est semicirculus in plano horizontali superiori. Ego verò existimo non esse difficilius operari immediatè in plano horizontali superiori, ac in inferiori: & quia imaginatio nonnihil turbatur, invertenda est figura. Assumatur punctum G ad libitum, ducaturque linea G E I usque ad lineam horizontalem, & ex puncto accidentali I ducatur linea I H, quæ repræsentat parallelam lineæ G E, (*per 14. 1. hujus*) idem dicendum est de portis.

PROPOSITIO XX.

Problema.

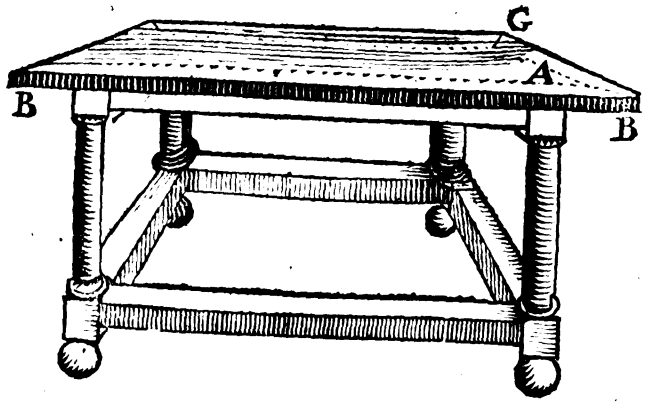
De mensarum, & sedilium descriptione, caterorumque mobilium.

Sit primò mensa perspectivè delineanda, describenda prius est, & incipiendum à cauterii Ichnographia; excitentur deinde columnellæ, in quibus non video difficultatem ullam. Si tamen ut jam dixi



Digitized by Google

dixi, habeatur perfecta Ichnographia, diligenter obſervandum; ut columnellæ quæ magis ab oculo diſtant, ſint aliis graciliores, quod totum ex Ichnographia perſpectivè projecta clariſſimum eſt.



Perfecto cantherio, & elevato, imponenda eſt menſa, quæ excedere debet cantherium: unde ex punctis A, in quibus ſunt extremitates cantherii, ducantur diagonales ad puncta diſtantiæ, producatur linea parallela AA in B, per quod punctum ducatur radius B G, ſecans diagonales in puncto G, per quod ducantur parallelæ. Addenda item eſt menſæ aliqua craſſities.

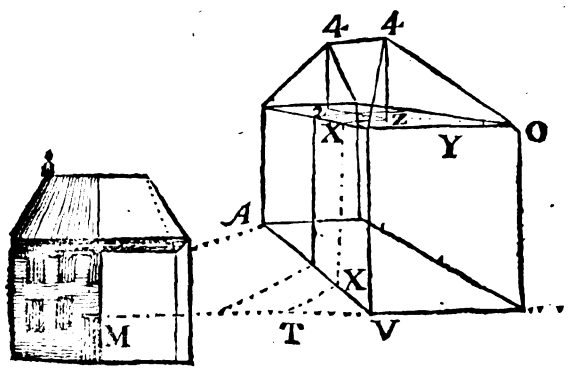
Ad delineationem menſarum, & ſedilium quoties earum extremæ lineæ, aut ſunt parallelæ lineæ terræ, aut tendunt ad punctum principale, nulla apparet nova difficultas. Videtur eſſe paulò major, quoties nonnihil detorquentur in unam partem, ſed ea eſt potius in Ichnographia delineanda, de qua fuſiùs libro ſuperiori; adhibenda etiam ſunt puncta accidentalia, ſecundùm regulam communem, lineas horizontales parallelas inter ſe non æquidiſtantes, concurrere in eodem puncto lineæ horizontalis.

PROPOSITIO XXI.

Problema.

Tectorum delineatio.

Nulla eſt difficultas peculiaris in tectis imponendis, niſi petita ex eo quod, ut plurimum vel pyramidem efficiant, vel quod faſtigium non regnet, ſeu non obtineat totum ædificium. Qua-



tuor autem communiter ſunt ſpecies tectorum. Prima erit tectorum ex lapidibus conſtantium, quas (*Ardoiſes*) vocamus, & hæc tecta ſunt valde declivia, ita ut triangulum æquilaterum efformet. Secunda ſpecies tectorum, erit ex tegulis planis, & in iis altitudo perpendicularis paulò major eſt ſemilatitudine. Tertia ſpecies erit earumdem tegularum, ſed ſemilatitudo ſuperabit aliquantulum altitudinem. Quarta ſpecies erit tegularum concavarum in quibus ſemilatitudo ad altitudinem perpendicularem ſe habet ut 3 ad 2.

Sint igitur muri quibus imponendum eſt tectum; quæritur faſtigium 44. quod volumus non obtinere totum ædificium, ſed deficere ab ejus longitudine aliquantulum. Sit longitudo ædificii M V, abſcindantur utrinque lineæ T V æquales, quantum volumus eſſe exceſſum longitudinis ædificii, ſupra faſtigium 44; ex punctis T T, ducantur diagonales ad punctum diſtantiæ, ſecantes V A, & excitentur perpendiculares X X, & parallelæ X Z, X Z. Ex puncto medio Y ducatur radius Y Z, ſecans parallelas prædictas in punctis Z, Z; in eodem puncto Z excitetur perpendicularis Z 4 ſecundùm altitudinem quam tecto tribuere volumus: ducatur item radius 44 ſecans perpendiculares Z 4, Z 4 in punctis 44; ex punctis 4 ducantur lineæ ad quatuor angulos ædificii, & determinata erit tecti apparentia.

Nihil hic demonſtratione opus eſt. Solum unum moneo, non fuiſſe opus longitudinem ædificii notare in linea V M; ſed id immediatè potuiſſe præſtari ſi produceretur linea 12, in plano nempe horizontali 10.

PROPOSITIO XXII.

Problema.

De hortorum ambulacris.

Quotieſcumque delineanda ſunt hortorum ambulacra; duo maximè ſpectanda ſunt. Primum ut arborum ſtipites in loco debito collocentur. Secundum ut ſtipitum craſſities ſenſim decreſcat, pro ut arbores fuerint ab oculo remotiores; intervalla etiam inter eas ſenſim decreſcant. Unde ſi plura ſunt ambulacra delineanda, nonnulli ſolum in quadrata dividunt, ut docuimus (*libro ſecundo hujus.*) Quadrata autem ita poterunt efformari, ut circa limbum habeant, craſſities autem limbi erit craſſities arborum, ſi ambulacra objectiva fuerint ad lineam terræ perpendicularia, fiant quadrata directè viſa. Volunt autem nonnulli ut craſſities ſtipitis deſumatur ſecundum perpendiculares in angulis parvorum quadratorum excitatas: hoc tamen video eſſe fallax, neque opus eſſe ut id obſervetur. In genere ergo quotieſcumque excitandæ ſunt perpendiculares ſupra circulos; excitandæ erunt in punctis extremis ad dextram, & ad ſiniſtram. Hoc eſt fiant lineæ verticales quæ ſint tangentes eorum circulorum; illæ enim erunt extremitates cylindrorum quorum baſes ſunt circuli. Si ambulacra non tendant ad punctum principale, ſed in quinquuncem digerendæ ſint arbores, ſolum diſtinguatur in quadrata viſa ex angulo, per lineas diagonales ad puncta diſtantiæ. Si quæritur ambulacrum ad aliam plagam directum; recurrendum eſt ad puncta accidentalia.

PROPO

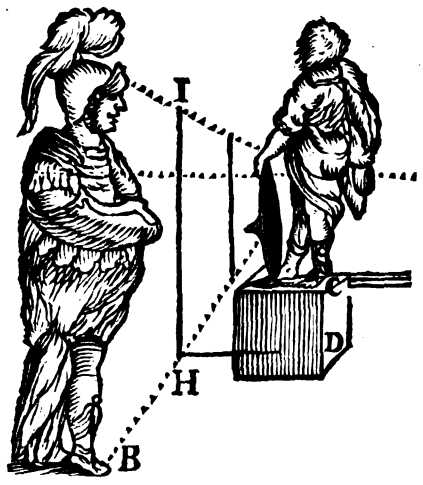
Digitized by Google

PROPOSITIO XXIII.

Problema.

Altitudo figurarum.

Intelligo hîc figuras hominum, & animalium, certum enim eſt quò magis ab oculo removentur, eò minores eſſe debere, quia autem diximus (*propoſ.*1.*hujus*) lineas parallelas lineæ terræ eſſe



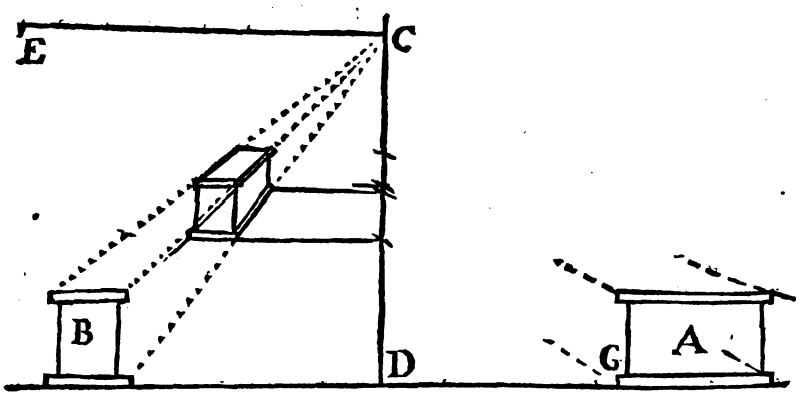
menſuras omnium linearum, in plano horizontali ſupra ipſas erecto ductarum; ideo ſi ſemel formatum ſit planum horizontale verbi gratia, illud cui tabella inſiſtit, etiamſi figura ſit multum elevata, ut habeatur ejus longitudo, videndum eſt cui lineæ parallelæ in plano horizontali reſpondeat; quod ut exemplis manifeſtum fiat. Determinetur ſupra lineam terræ figura B pro altitudine humana, per eius caput & pedes ducantur duæ lineæ ad idem punctum lineæ horizontalis, ita ut fiat triangulum determinativum altitudinis figurarum æqualium. Supponatur figura alia inſiſtere gradibus, reſpondere tamen perpendiculariter lineæ terræ, atque adeo eas figuras, eſſe in eodem plano verticali, tabellæ parallelo; dico illas æquales eſſe debere. Nam omnes lineæ, & longitudines in eodem plano tabellæ parallelo exiſtentes, eandem in tabella obſervant proportionem, quam habent in objecto; unde ſi in objecto ſunt æquales, in tabellâ etiam æquales erunt, Pariter ſit figura C, quæ realiter & in objecto ſit æqualis figuræ B, ſupponitur autem eſſe altior, ſeu in alio horizonte: ſit linea parallela DH, & perpendicularis HI, figura C lineæ HI, æqualis eſſe debet, & ita de cæteris. Quod ut meliùs intelligatur, figura C verbi gratia poteſt intelligi inſiſtere plano DB, vel intelligi in alio plano altiori, ſi enim ſub pedibus ejus formarentur gradus, tunc poſſet intelligi reſpondere perpendiculariter lineæ terræ, & in tali caſu deberet eſſe major: nam ea objecta quæ ſunt in eadem linea recta ab oculo ducta, eumdem ſibi in tabella locum vendicant, etiamſi magis, & minus ab oculo removeantur, unde in tali caſu eorum magnitudo determinat locum in quo ſunt.

Quod dixi de figuris hominum, intelligendum etiam eſt, de quadrupedibus, immo & de avibus in aëre exiſtentibus.

PROPOSITIO XXIV.

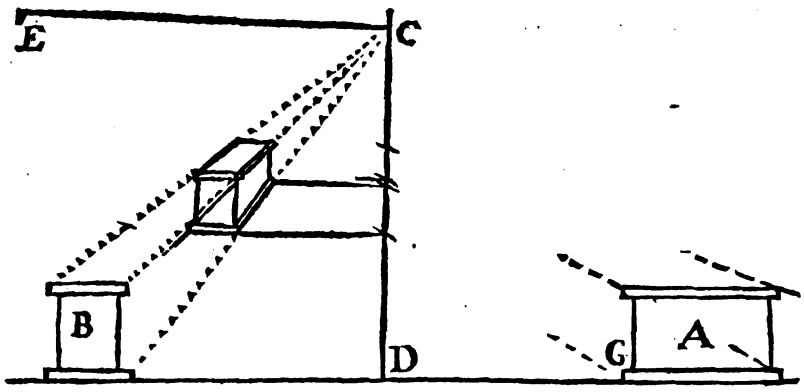
Problema.

Corporis ſolidi apparentiam ſine ulla Ichnographia delineare.



Sit corpus aliquod ſolidum, cujus duplex habeatur ſectio ſeu facies una ſit parallela tabellæ, alia ſit ad tabellam recta. Hoc eſt intelligatur corpus illud, duobus planis ſecari, uno quidem ad tabellam recto, & alio tabellæ parallelo. Sit figura A ſectio talis corporis & plani ad tabellam recti, & figura B ſit ſectio ejuſdem, & plani tabellæ paralleli; debeat autem corpus illud perſpectivè delineari. Sit punctum C punctum principale, punctum E diſtantiæ, linea CD principalis, debeat autem corpus exprimendum diſtare ad lævam, à linea principali quanta eſt linea BD, & tantum diſtare à linea terræ, quanta eſt linea AD. Statuatur ſectio parallela in puncto B, & à ſingulis ejus angulis ad punctum diſtantiæ ducantur radii; tum ex ſingulis angulis ſectionis A ducantur diagonales ad punctum diſtantiæ E, ſecantes lineam CD, & per diviſionum puncta ducantur parallelæ. Dico ſingulorum angulorum apparentias eſſe in parallelis ſibi correſpondentibus; item in radiis propriis, atque adeo, communes ſectiones præbere eorum apparentias.

Demonſtratio. Intelligatur ſectio A, eſſe in plano verticali per oculum ducto, & ad tabellam recto, cujus communis ſectio cum tabellâ eſt linea CD; ſi inquam à ſingulis angulis ſectionis A, ducantur lineæ ad oculum E, habebuntur eædem diviſiones, quæ inventæ ſunt, & quæ erunt appa-



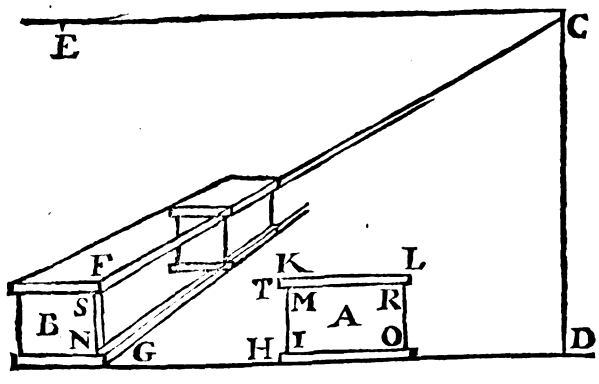
rentiæ prædictorum angulorum. Quod ſi hæc ſectio intelligatur moveri, motu parallelo ipſi tabellæ, ſinguli ejus anguli deſcribent lineas parallelas lineæ terræ: quare in quocumque loco ſtatuatur, ſervando eandem à tabellâ diſtantiam; apparentiæ ſingulorum angulorum in iiſdem parallelis manebunt.

Quia autem corpus illud ſupponitur eſſe ad ſiniſtram, ductis radiis ad punctum principale, in quacumque diſtantia inveniatur, modo eandem à verticali primario, ſeu per punctum principale ductum ſervet diſtantiam, apparentiæ ſingulorum angulorum erunt in ſuis radiis, ſed oſtenſæ ſunt etiam inveniri, in ſuis parallelis; ergo communis concurſus radiorum, & parallelarum, eorum apparentias exhibebit.

Notandum autem eſt ſectiones A & B, debere ſtatui in eadem linea parallela lineæ terræ. Si enim altius idem corpus delineandum eſſet, etiam altiùs ſtatuendæ eſſent ambæ ſectiones.

Idem problema alio modo nonnulli perficiunt, & magis ex principiis communibus ſuperiùs explicatis, ſed ſectio A, in charta delineari debet, & mobilis eſſe. Sit igitur idem corpus delineandum, ſitque punctum principale C, E verò punctum diſtantiæ, velimus pariter tantum diſtare ad ſiniſtram, à linea principali, quanta eſt linea BD; ducantur ut priùs ex ſingulis eius angulis duo radii, ad punctum principale C, in quibus radiis erunt ſingulorum angulorum apparentiæ.

Ponatur facies A, tantumdem diſtare à linea



FG, quantùm volumus corpus illud eſſe intra profunditatem tabellæ, hoc eſt diſtare à lineâ terræ, debemus ergo abſcindere ex radio GC, apparentiam lineæ GH; & quia HO eſt vera longitudo corporis, debebit abſcindi ex radio GC apparentia lineæ æqualis lineæ GO, praxis autem communis jubet duci lineas diagonales ad punctum diſtantiæ E, atque adeo ductis in eo ſitu diagonalibus, habebimus in radiis apparentias angulorum H,O,K,L, modò KL & HO ſint æquales.

In eo tamen ſitu linea IM, non diſtat prout par eſt, à linea NS. Cum enim tota ſectio B, ſupponatur eſſe in plano tabellæ, deberet punctum I, ita diſtare à puncto N, ſicut idem punctum I objectivum diſtat à tabella, ſed magis diſtat; nam à puncto G, diſtat ut par eſt, ſed non à puncto N, eò quòd punctum N, magis recedat, quam punctum G, reſpectu cujus tota ſectio A, benè diſpoſita fuerat; unde tota ſectio A debet admoveri tantiſper, quanta nempè eſt linea NG, & tùnc ex punctis MIPR, ducendæ eſſent lineæ diagonales, quæ ſecarent radios ſibi deſtinatos in apparentiis ſuis.

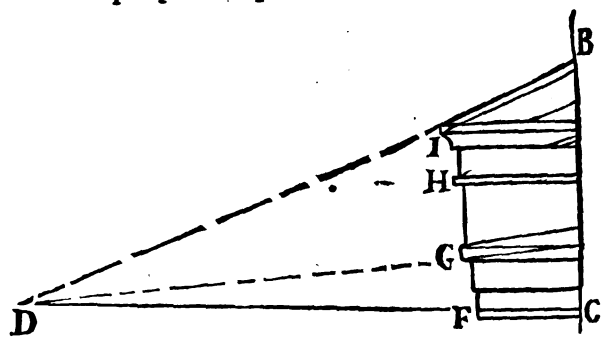
Demonſtr. Pendet ex praxi communi determinandarũ apparentiarum in radiis, per diagonales.

PROPOSITIO XXV.

Problema.

Corpora extantia, ſeu ante tabellam poſita delineare.

Nonnunquam quærimus apparentias corporum ex tabella extantium, ut ſi apparentiam coronidis, aut coronæ ex pariete extantis, in ipſo pariete delineare deberemus. Habeatur ſectio illius corporis quæ ſit verticalis, & ad parietem recta, ut verbi gratia ſit illa ſectio FGHI; ſupponatur linea BC pro pariete, punctum C eſſe principale,



diſtantia oculi CD, unde oculus ſupponatur in D, & ſpectari debeat illud corpus ex puncto D, per ſingulos illius corporis angulos ex oculo D, ducantur lineæ occultæ quæ ſecent lineam BC, dico ſi per illas ſectiones ducantur lineæ parallelæ, illæ erunt apparentiæ coronidis, quod facilè patet ex iis quæ diximus initio primi libri, de corporibus ante tabellam exiſtentibus.

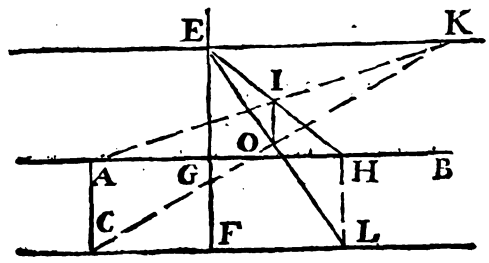
PROPOSITIO XXVI.

Problema.

Apparentiam cujuſcumque puncti aſſignare.

Tradidimus libro ſuperiori methodum aſſignandi

nandi apparentiam puncti in plano horizontali cui tabella insistit, existentis, praxin faciemus universaliorem, nempe cujuscumque puncti cujus determinata sit distantia à tabella, distantia ad lævam, aut dextram à plano verticali, per punctum principale, & per oculum transeunte; item



distantia à plano horizontali cui tabella insistit. Nam hæ distantiæ sufficienter punctum aliquod certum, & determinatum indicant.

Sit ergo primò ejus altitudo trium pedum. Sit ergo linea AB distans, à lineâ terræ CL, tribus pedibus. Sit item ad dexteram verticalis principalis repræsentari per lineam EF duobus pedibus, sit igitur GH duorum pedum, ducatur radius HE, tertiò sit distans à tabellâ pedibus quinque, fiat linea AH pedum quinque, & ducatur linea diagonalis AK, ad punctum distantiæ K, secans radium HE, in puncto I; dico punctum I, esse apparentiam puncti propositi. Fingatur enim horizontale planum, distans à plano cui insistit tabellâ, tribus pedibus; illius communis sectio erit linea AB, quare si in eo horizontali plano operemur, ut (*propositio* 18. *præcedentis libri*) præscribit invenietur ejus apparentia in puncto I.

Alii verò qui sunt ita assueti plano horizontali, cui tabella insistit, ut in alio operari nesciant; ita id exequuntur, primò lineam FL, æqualem accipiunt distantiæ puncti propositi, à plano verticali primario; secundò, ducto radio LE, lineam LC, faciunt æqualem distantiæ ejus, à tabella; ductáque diagonali CK; secante radium LE, in puncto O, habent apparentiam, puncti perpendiculariter suppositi, in punctis O, & L, excitant perpendiculares OI, LH, & LH quidem trium pedum, ut supponitur tale punctum elevatum tribus pedibus, ductóque radio HE, secante perpendicularem OI in puncto I, habent apparentiam quæsitam. Alii per triangulum ad latera descriptum, & per parallelas, ut docuimus totum negotium absolvunt.

PERSPECTIVÆ LIBER QVARTVS.

De Punctis accidentalibus, & corporum quomodocúmque inclinatorum apparentiis.

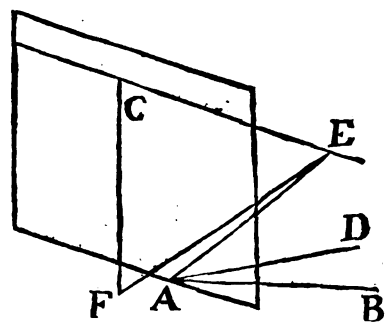
TACTENVS ea tantum corpora perspectivè delineavimus, quorum superficies aliquæ, aut erant parallelæ tabellæ, aut ad eam rectæ, atque adeo quorum lineæ extremæ, seu striæ aut essent verticales, aut horizontales, talia sunt ædes, columnæ, cæteráque satis fusè superiori libro explicata. Hoc autem libro delineanda suscipimus ea corpora, quæ ad horizontem quomodocumque fuerint inclinata, sive tabellæ sint parallelæ, sive ad eam rectæ, sive cum ea angulum quemcúmque obliquum comprehendant. In quibus satis manifestum est innumeras esse varietates, quæ nisi ad certa principia revocentur; infinitum erit omnia singillatim persequi. Quare ut ordine procedamus, primò linearum quarumcumque, & quomodolibet ad tabellam, aut horizontem inclinatarum apparentias investigabimus, tùm modum eas dividendi in partes quascumque, segmentis objectivis respondentes docebimus; tùm methodum plana inclinata delineandi, & in iis operandi, hoc est respectu cujuslibet plani, punctum principale, puncta distantiæ, lineam terræ, assignandi, & perpendiculares in quolibet ejus puncto erigendi docebimus. Incipiemus autem à facilioribus.

PROPOSITIO I.

Problema.

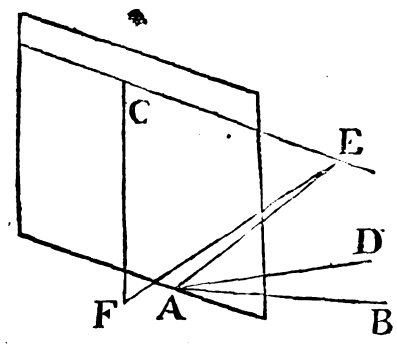
Linea cujuscumque objectiva in plano horizontali ducta, apparentiam invenire.

Incipio à lineis horizontalibus. Sit igitur linea objectiva AB, quæ cum linea tertæ quemcumque angulum obliquum comprehendat, & consequenter cum linea DA, quam suppono in plano horizontali duci, & esse ad tabellam, rectam, comprehendere angulum verbi gratiâ graduum 60. quæritur ejus apparentia. Sit punctum principale C, linea horizontalis CE, ad quam sit perpendicula-



ris CF, æqualis distantiæ oculi à tabella. Fiat an-

gulus CFE, graduum 60. dico apparentiam lineæ AB tranſire per punctum E, atque adeò eſſe lineam AB.



Demonſtratio. Intelligatur triangulum CEF ita erigi, ut ſit rectum ad tabellam; quare cum tabella ſit verticalis, planum trianguli CEF erit horizontale, & conſequenter parallelum plano horizontali, in quo ductæ ſunt lineæ DA, DB, CF autem & DA, ut pote ad tabellam rectæ, ſunt parallelæ, & anguli CFE, DAB, facti ſunt æquales: igitur lineæ FE, AB ſunt parallelæ; quare (*per* 2. *primi hujus*) apparentia lineæ AB tranſit per punctum E.

COROLLARIUM I.

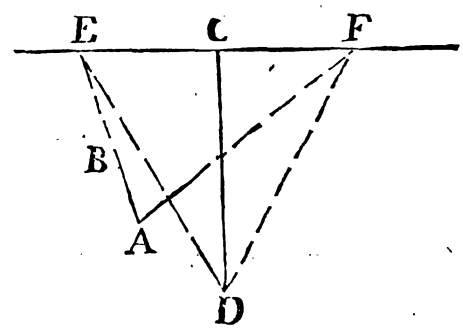
Si dentur plurimæ lineæ horizontales objectivæ, parallelæ lineæ AB, ſive in eodem plano horizontali fuerint, ſive in diverſis, omnium apparentiæ convenient in puncto E; quare punctum E erit illud in quo concurrent, omnes apparentiæ linearum, quæ cum lineis ad tabellam rectis, verſus dextram angulum comprehendunt graduum ſexaginta; vocetur punctum accidentale. Ita inveniemus in linea horizontali punctum accidentale lineæ quomodolibet declinantis, à perpendicularibus.

PROPOSITIO II.

Problema.

In puncto datæ apparentiæ, linea horizontalis objectivæ, apparentiam cujuſlibet anguli invenire.

Quærimus in hac propoſitione methodum, in dato puncto lineæ perſpectivæ, quemcumque angulum item perſpectivum conſtituendi. Sit datum punctum A lineæ AB, quam ſupponimus eſſe



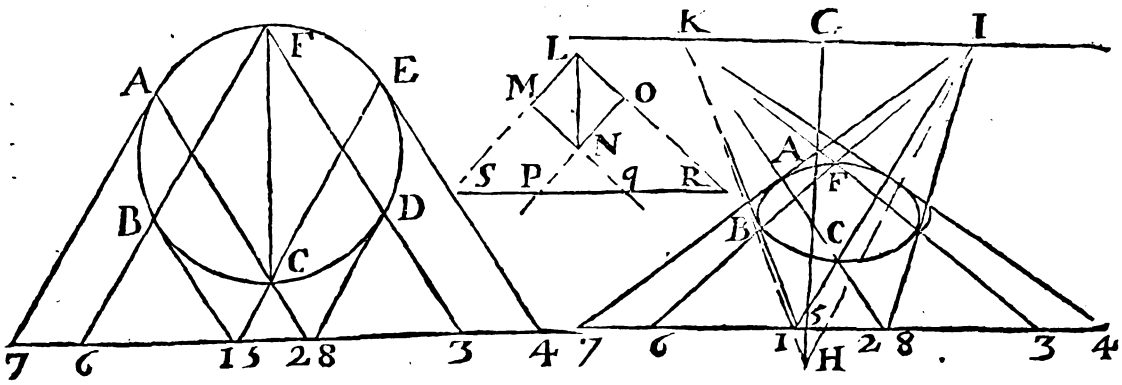
apparentiam lineæ alicujus objectivæ, horizontalis, in quo jubemur conſtituere angulum graduum 60. Sit punctum principale C, diſtantia oculi ab eo CD. Producatur linea AB, donec concurrat cum horizontali linea in puncto E, ducatur linea DE, fiatque angulus EDF, graduum ſexaginta, ducatur linea AF; dico angulum EAF, eſſe apparentiam anguli graduum ſexaginta.

Demonſtratio. Erecto ut priùs triangulo EDF, AB, eſt apparentia lineæ, quæ eſt parallela lineæ DE, (*per* 2. *hujus*) item AF eſt apparentia lineæ, quæ eſt parallela lineæ DF: quare (*per* 10. 11.) angulus EDF eſt æqualis illi, quem lineæ objectivæ apparentiarum AB, AF comprehendunt; ergo angulus A, eſt apparentia anguli graduum 60. Quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO III.

Problema.

Ichnographiæ Geometricæ apparentiam invenire, per puncta accidentalia.



Sit circuli ABCD, invenienda Ichnographia. Dividatur circulus in partes æquales ut ducantur parallelæ, ſe interſecantes in circumfeereutia. Sitque infra circulum linea 7 4, quæ repræſentet lineam terræ, quam ſecent parallelæ in punctis 1 2 3 4 5 6 7. Ducatur linea FC, perpendiculariter, quæ ſecet duas parallelas, ut nempe habeantur anguli FCE, FCA; ſit punctum principale G, diſtantia oculi ab eo, linea GH, fiat angulus GHI æqualis, angulo FCE, & GHK, æqualis angulo FCA, transferantur in lineam terræ ipſius tabellæ, puncta 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, & ex punctis 1, 2, 3, 4; ducantur lineæ ad punctum K, & ex punctis 5, 6, 7 ad punctum I, ſi diligenter notentur puncta in quibus ſe interſecant, habebitur apparentia punctorum ABCD, &c.

Demonſtratio. Lineæ 1K, 2K, &c. ſunt apparentiæ linearum comprehendentium cum perpendicularibus

dicularibus angulum æqualem, angulo GHK, seu FCA; ergo sunt apparentiæ linearum 1 B, 2 A, 3 F &c. ita ostendam lineas 51, 61, 71, esse apparentias linearum 5C, 6F, 7A. Ergo puncta in quibus apparentiæ concurrent, erunt apparentiæ concursuum linearum, seu circumferentiæ.

COROLLARIUM I.

Simili methodo quadrati quomodolibet collocati apparentiam inveniemus; productis enim lateribus L, M, O, N, donec secent lineam terræ in punctis S, P, q, R, ductâque perpendiculari LN, ut sciantur anguli LNO, LNM, ejus apparentiam inveniemus.

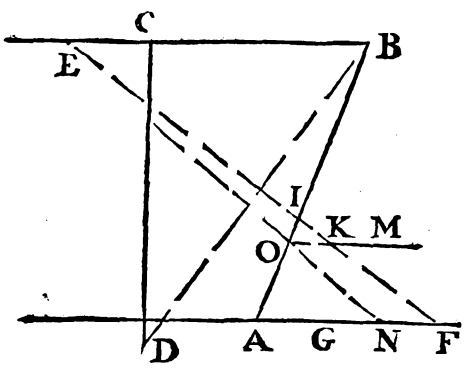
COROLLARIUM II.

Perficiemus pariter alia polygona, præcipuè verò æqualium numero laterum, quia sunt duo semper oppositа, quæ parallela sunt.

PROPOSITIO IV.

Problema.

Apparentiam cujuslibet lineæ horizontalis dividere.



Sit AB apparentia lineæ objectivæ horizontalis, quam dividere oportet, hoc est ex ea apparentiam unius, duorum, trium pedum resecare, secet hæc lineam horizontalem in puncto B, & propriam lineam terræ in puncto A; intelligo autem per propriam lineam terræ, communem sectionem, tabellæ,& plani in quo ducta est linea, objectiva cujus AB est apparentia., aut linea objectiva attingat tabellam in puncto A, seu A sit punctum commune, & lineæ objectivæ, & ejus apparentiæ. Sit punctum principale C, distantia oculi ab eo linea CD, ducatur linea D B, sitque illi æqualis BE, dico punctum E, esse punctum distantiæ respectu lineæ AB, nam ex oculo D ad punctum B, distantia est DB, dividatur linea terræ AF, in quascumque partes, & ex puncto E, ducantur lineæ occultæ, illæ divident lineam AB, in apparentias illarum sectionum.

Demonstratio. Intelligatur ita erigi planum trianguli CDB, ut sit horizontale,in tali situ (*per 1.hujus*) linea D B parallela erit lineæ objectivæ cujus AB est apparentia (*per definitionem autem 10. 1. hujus*) veræ apparentiæ partium lineæ objectivæ habebuntur, si ex oculo D, ad singulas ejus divisiones ducantur lineæ, illæ enim divident, ut par est lineam objectivam AB, sed eædem divisiones habebuntur (*per 3. 1. hujus*) si BE,sit æqualis ipsi DB,& BE, AF, fuerint pariter parallelæ. Igitur punctum E, erit punctum distantiæ, è quo bene dividetur linea AB. Quod erat demonstrandum.

Si verò non habeatur punctum A,in quo linea objectiva concurrit cum tabella, habeaturque tantum punctum O, quod sit consequenter apparentia puncti positi in plano horizontali cujus AF est communis sectio cum tabella. Tunc ad dividendam lineam AB, utendum est parallela OM, quæ sit divisa in partes minores,secundum praxin communem, & habebuntur eædem divisiones, quæ factæ fuissent, ex divisione lineæ terræ A F, in partes majores.

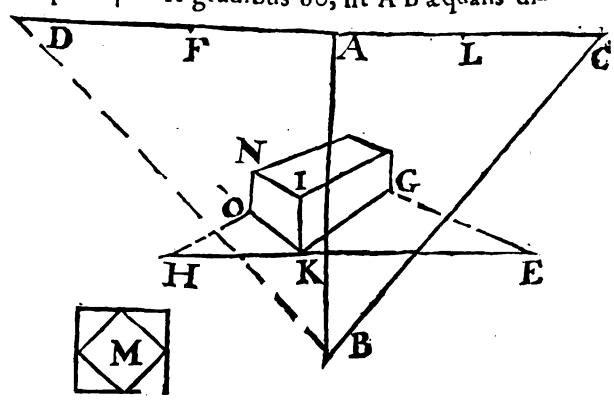
Demonstratio. Sit enim O I, apparentia lineæ æqualis ipsi A G, nempe lineæ æqualis ipsi N F, quæ habeatur ductis lineis E O N, EIF; dico lineam OK, esse perspectivè æqualem ipsi NF,cum enim lineæ E F, E N, concurrant in eodem puncto E horizontalis lineæ,& sint apparentiæ linearum horizontalium; erunt (*per 14. 1.hujus*) apparentiæ linearum parallelarum. Sed pariter A F, O N, sunt apparentiæ parallelarum: igitur quadrilaterum FNOK, est apparentia parallelogrammi, igitur NF,OK, sunt perspectivè æquales: sed pariter OI, est æqualis perspectivè lineæ NF;ergo OI,OK, sunt perspectivè æquales. Quoties igitur non poterit haberi linea terræ, utemur ad divisionem lineæ horizontalis, ejus parallela, in partes tamen minores divisâ, quod diligenter notatum volo, quia illa praxis in sequentibus erit valde utilis, ut monebo cum res feret.

PROPOSITIO V.

Problema.

Apparentiam corporis quomodolibet declinantis invenire.

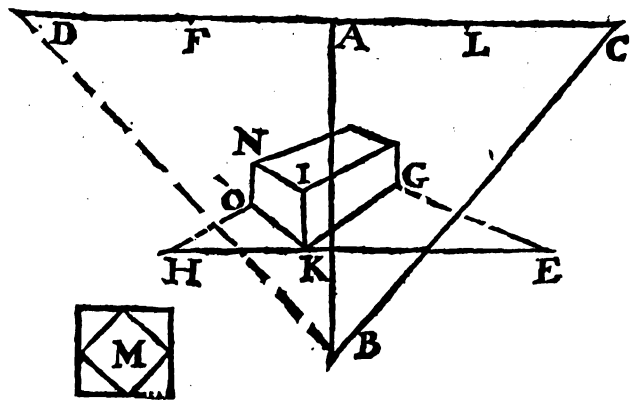
Versamur adhuc in plano horizontali, intendo ergo corpus exhibere, cujus plana duo sint parallela horizonti, aut saltem striæ, seu commissuræ duarum superficierum; sint horizonti parallelæ. Duplex occurrit difficultas, prima erit ut declinet quantùm libuerit, hoc est nec sit parallelum tabellæ, nec ad illam rectum; secunda erit ut inveniatur punctum in quo concurrant lineæ ad ejus superficiem rectæ. Proponatur igitur describendum prisma quod declinet ad dextram à puncto principali A gradibus 60, sit A B æqualis di-



stantiæ oculi à tabellâ. Fiat angulus A B C graduum 60, punctum C, erit punctum accidentale, & quia corpus quod delineare cupimus habet aliquas lineas perpendiculares, fiat angulus C B D rectus, punctum D erit aliud accidentale, respondens. Ex puncto K, in quo volumus tale corpus delineare, ducatur linea KC, cui ut debita longitudo tribuatur (*per præcedentem*) sit linea C F,

Digitized by Google

æqualis lineæ C B, & ducta K E, parallela lineæ terræ, ſi ipſa non ſit linea terræ, ſumantur in ea



partes quæcumque, ſed minores, ut diximus ſecundâ parte ſuperioris propoſitionis, & linea F E, dabit K G, longitudinem requiſitam; cum linea K I, ſit verticalis nihil hic dico, cum ex ſuperioris libri praxibus ejus longitudo poſſit determinari. Pariter ducatur linea KD, quæ ut dividatur ſit linea D L, æqualis lineæ D B, & in parallela KH, ſumantur quotcumqne partes; linea HL, dabit punctum O, per quod excitetur O N, cætera perficientur facilè, ſi ad puncta accidentalia C & D, cæteræ ducantur lineæ.

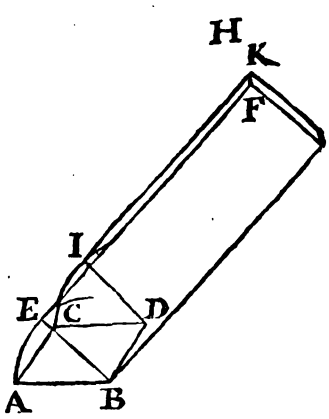
Sit idem priſma delineandum, ita tamen ut uni lineæ inſiſtat. Quamvis hoc facilius ex dicendis perfici poſſit, eò quòd in tali ſitu aliqua ejus plana ſint ad horizontem inclinata, nihilominus id perficiam ſine doctrina talium planorum. Debeat ergo tale priſma inſiſtere uni ſtriæ ſicut figura M exhibet, includatur hoc quadratum uni angulo inſiſtens, alteri quadrato, tangenti planum horizontale ſecundum unum latus, quod perſpectivè delineetur ſicut priùs; acceptiſque in ejus baſi punctis agantur lineæ ad punctum C, & perfecta erit ejus deſcriptio.

PROPOSITIO VI.

Problema.

De Inclinatione tabellæ parallela.

Voco hic inclinationem tabellæ parallelam, quoties ſtriæ corporis deſcribendi, ſunt tabellæ parallelæ, vel ſi corpus fuerit circulare, quoties ejus axis manet tabellæ parallelus.



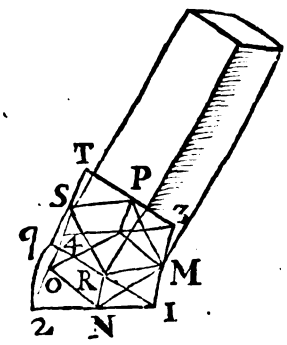
Sit ergo primo deſcribendum priſma quod ita ſit inclinatum, ut ejus duæ ſuperficies ſint parallelæ tabellæ, inſiſtatque uni lineæ. Delineetur in plano horizontali baſis ejus ABDC, (*per præxes 1. hujus*) velimus autem corpus illud inſiſtere lineæ BD, ex centris B, & D intervallo BA, DC, deſcribantur arcus AE, AI. Sitque A E, arcus menſura inclinationis; ducatur radius E H, ſecans arcum CI, in puncto I quadrilaterum B D I E, eſt baſis priſmatis inclinati. Excitentur ad lineas B E, D I perpendiculares BF, E G, I K, longitudo earum eadem quæ fuiſſet ſi priſma verticaliter erectum fuiſſet: moneo tamen lineas BD, EI, FK, dirigi ad punctum principale, cum ſint apparentiæ linearum ad ſuperficiem BG rectarum, ſuperficies autem BG, ſupponitur parallela tabellæ, ergo prædictæ lineæ ad eam ſunt rectæ.

PROPOSITIO VII.

Problema.

Inclinare priſma, inſiſtens angulo, inclinatione tabellæ parallelâ.

Sit priſma eadem inclinatione inclinandum, ita tamen, ut horizontem tangat in angulo: fiat ejus



Ichnographia viſa ex angulo qualis eſt MNO, circa quam perſpectivè deſcribatur rectangulum, cujus duo latera I 2, 34, ſint parallela lineæ terræ. Ex puncto I, ut centro deſcribantur arcus intervallo I N, I 2; eritque arcus 2 q, æqualis inclinationi; radius q T, ſecabit in puncto convenienti arcum ex 3, ut centro deſcriptum, factoque arcu ex M, ut centrò, intervallo MO, habetur punctum S, eodem modo haberi poteſt punctum P aut R. Sic habetur nova baſis MRSP, per puncta SRM, ducantur perpendiculares q I, aut 3 T, cum eadem longitudine quam habuiſſet idem priſma, ſi erectum fuiſſet. Notandum tamen ut prius lineas M3, qT, tendere ad punctum principale.

Eodem artificio delineabis alia corpora irregularia, ſi priùs illa intra priſma rectangulum, cujus baſis directè videatur concluſeris.

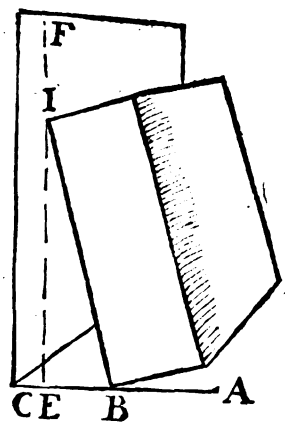
PROPOSITIO VIII.

Fulcra corporum inclinatorum inclinatione parallela tabellæ, invenire.

Quia ſæpe fieri poteſt, ut corpora alioquin bene delineata, quaſi inclinata eſſent inclinatione parallela tabellæ, ſi malè innitantur alteri corpori, illudque attingant in loco non oppoſito, non videbuntur

Digitized by Google

videbuntur inclinata eo modo quo sunt, ideò non abs re fuerit docere methodum eorum fulcra in-



veniendi. Sit ergo descriptum tale prisma A B C, ex puncto B, quo innititur, ducatur linea B E horizonti parallela, attingens parietem in puncto E, per quod ducatur linea verticalis E F, occurrens lineæ B I in puncto I., dico tale corpus inniti parieti in puncto I.

Demonstratio. Inclinatio ex suppositione est tabellæ parallela, ergo linea B I est in plano verticali per BE ducto, sed pariter linea EI, est in eodem plano, ergo punctum I in pariete, est verè punctum cui innititur corpus.

Non hic multiplico exempla, quia hæc materia satis mihi facilis videtur, unum tantum moneo, quotiescumque pyramides, cylindri, aut coni eo modo inclinantur, esse peculiarem rationem habendam eorum axis; nam si bases quadratis includantur, quod difficile non est, & in centro ita excitetur axis, ut sit inclinatus facilè cætera perficientur.

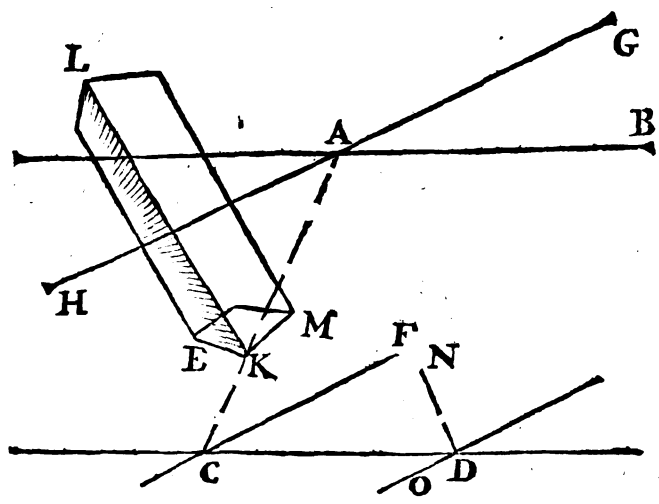
Notandum item in hac inclinatione, lineas quæ ante inclinationem tendebant ad punctum principale, post inclinationem ad illud tendere, quia cum inclinatio illa fiat parallela tabellæ, non mutant suum situm perpendicularem.

Poterat hæc inclinatio fieri per planum inclinatum ad tabellam rectum.

PROPOSITIO IX.

Problema.

De planis ad horizontem inclinatis, & ad tabellam rectis.



Quia animadverto in hujusmodi inclinatione tabellæ parallelâ; basin corporis manere ad tabellam rectam, sicut horizontale planum est pariter ad eandem tabellam rectum, venit mihi in mentem, posse per praxes superioris libri totum negotium absolvi, si nempe tali corpori inclinando, subjiceretur aliud planum inclinatum; monuimus enim suprà, eodem modo operandum esse in planis quibuscumque ad tabellam rectis, ac in horizontali plano. Quod ut manifestiùs fiat, sit punctum principale A, linea horizontalis AB, linea terræ CD; sit excitandum prisma in puncto E, quod inclinare volumus, ducatur radius AEC, secans lineam terræ in puncto C, per quod ducatur alia linea terræ CF, ad priorem inclinata, secundum inclinationem quam dare volumus corpori. Huic ducatur parallela per punctum principale A, quæ vices obeat horizontalis, sit punctum distantiæ B, sintque A G, A H, æquales ipsi AB, puncta G & H, erunt puncta distantiæ respectu plani H G. Sit ergo prisma delineandum, quod innitatur angulo. Fiat ejus basis EKM, cujus latera KM, KE tendant ad puncta distantiæ, cætera perficiantur more consueto. Hoc est linea KL, & illi parallelæ, sint quasi verticales respectu lineæ terræ C F. Si velles aliter detorquere basin E K M, essent assumenda alia puncta accidentalia in linea H G.

Hoc artificio poteris delineare omne solidum, cujus basis erit ad tabellam recta, seu cujus unica superficies erit recta ad eandem tabellam, adhibendo scilicet praxes superioris libri.

Moneo tamen si plura corpora inclinata, innixa eidem horizontali plano verbi gratia ei, cui tabella insistit, delineanda essent; diversas lineas terræ inclinatas ducendas esse. Nam planum quod hic fingimus nihil habet commune cum horizontali plano cujus C D est linea terræ, nisi lineam C F, unde si in puncto N, ejusdem horizontalis plani, cujus CD, est linea terræ, inclinandum esset corpus, eo modo, quo inclinatum est corpus E K M, ex puncto principali A, per punctum N, ducendus esset radius ND attingens lineam terræ C D, in puncto D, per quod ducetur linea DO

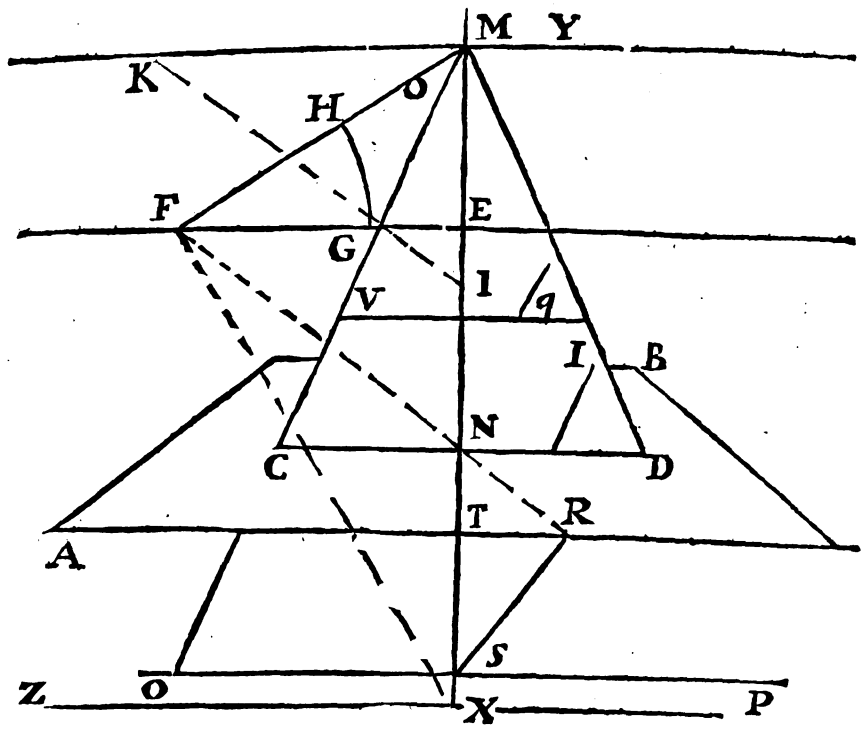
priori

priori parallela, & quæ in deſcribendo tali corpore, vices obibit lineæ terræ. Nam planum inclinatum cujus communis ſectio, cum tabella eſt G F, ex parte F aſſurgit ſupra planum horizontale commune, ex alia verò parte infra illud deprimitur. Unde debet fingi aliud planum inclinatum priori parallelum, tranſiens per punctum N, in quo ſcilicet delineare volumus corpus illud.

PROPOSITIO X.

Problema.

De Inclinatione ad tabellam recta.



Voco inclinationem ad tabellam rectam, quæ fit in plano verticali ad tabellam recto. Hoc eſt ſi ſupponatur corpus eſſe perpendiculariter erectum, deinde moveatur, ita ut motus ille quo inclinatur fiat in plano verticali ad tabellam recto, vocabitur hæc inclinatio ad tabellam recta. Sicut autem ut aliquod corpus delinearemus, quod ſtaret rectum ſeu verticale, primò ſtatuimus horizontale planum in quo ejus Ichnographiam, ſeu baſin quærimus, ita etiam, planum inclinatum formabimus, in quo ſi operari poſſimus eodem modo quo in horizontali plano, maximum erit compendium; praxes enim ſuperioris libri, erunt huic etiam utiles & ſupra illud planum perpendiculares erigemus. Quia tamen perpendiculares ad planum inclinatum, non ſunt tabellæ parallelæ, ſicut perpendiculares ad planum horizontale; ſeu verticales; concurrent omnes in aliquo puncto, quod etiam aſſignare debemus. Dantur etiam in iis planis lineæ parallelæ lineæ terræ communi, item hoc habent iſta plana quod habent aliquam lineam communem cum plano horizontali, quæ eſt parallela lineæ terræ, ſecant item tabellam, & communis ſectio quæ dicetur eorum linea terræ, eſt etiam parallela lineæ terræ communi, quæ omnia ſatis per ſe patent, ſi attendatur ad ea plana de quibus loquimur. Suponatur enim aliquis habere duos aſſerculos ſibi ſecundum unam lineam conjunctos, ſit autem ea linea parallela lineæ terræ, & aſſerculus unus ſit horizon, alius vero elevetur ſenſim. Linea immobilis utique communis, eſt parallela lineæ terræ, & hic aſſerculus inclinatus ſi producatur tabellam ſecabit, ſed hæc adhuc melius intelligentur.

Sit planum horizontale ſitque formandum aliud planum, quod verſus punctum principale magis aſſurgat quam planum horizontale, ſitque ſectio communis illius plani cum horizonte linea C D. Sit punctum principale E, punctum diſtantiæ F, FE linea horizontalis, AL linea terræ, ex F puncto diſtantiæ ut centro, intervallo quocumque fiat arcus G H, æqualis inclinationi plani delineandi. Ducatur FHM, ſecans lineam principalem E M in puncto M. Dico punctum M, eſſe punctum principale reſpectu illius plani, hoc eſt omnes lineas objectivas in illo plano ductas, & perpendiculares ad communem ſectionem C D, habere ſuam apparentiam convenientem in puncto M.

Demonſtratio. Intelligatur triangulum F E M, ita erigi ut ſit ad tabellam rectum, immotâ lineâ EM, eritque linea FE ad tabellam recta, (*ex definit. puncti principalis.*) In puncto horizontali quod repræſentatur per N, ducatur perpendicularis ad lineam quam CD repræſentat, hæc erit parallela lineæ F E erectæ. Ducatur item ad eamdem CD, perpendicularis in plano inclinato, (*per def. 6. 11. Eucl.*) illæ duæ lineæ comprehendent angulum inclinationis prædicti plani cum horizonte, qui angulus ſupponitur æqualis angulo MFE: igitur linea perpendicularis ad C D, in plano inclinato ducta, eſt parallela lineæ F M, per oculum F ductæ. Quare perpendicularis ad C D, in tali plano ducta (*per 2. 1. hujus*) convenit in puncto M, & conſequenter omnes aliæ illi parallelæ. Quod erat primò demonſtrandum.

Secundò ducatur linea F N R, ſitque angulus TRS, æqualis angulo MFE, ducaturque OP, parallela lineæ terræ. Oſtendo lineam OP, eſſe communem

munem sectionem prædicti plani & tabellæ. Nam (*per* 12.1.*hujus*) lineæ NT, TR, perspectivè sunt æquales, ut procedentes ab eodem puncto distantiæ F, & lineæ NS, FM parallelæ sunt, perspectivè scilicet, quia concurrunt in eodem puncto M. Quare anguli MFE, TRS æquales sunt, & cum MFE sit æqualis inclinationi plani, TRS eidem angulo inclinationis æqualis erit. Quare linea cujus MN, est apparentia in plano inclinato ducta, cum linea horizontali quam NT repræsentat, comprehendit angulum æqualem angulo TRS, est etiam linea quam NT repræsentat æqualis lineæ TR ut ostendimus, angulus item quem linea NT, repræsentans, cum linea verticali TS comprehendit, rectus est; ergo linea quam MN repræsentat, ulterius producta attingit tabellam in S, quod fateor minùs benè à figura repræsentari.

Sit MK æqualis lineæ MF; dico punctum K, esse punctum distantiæ respectu illius plani; nam si dividenda sit linea MCO, ex natura rei dividi debet ex puncto oculi F, ducendo in puncto O, parallelam lineæ FM, sed pro FM, utamur lineâ KM, æquali ipsi FM, & lineâ OP illi parallelâ, quæ cum sit communis sectio tabellæ, & plani illius, simul objectiva & perspectiva est.

Si tamen velimus, poterimus uti linea CD, sed in partes minores divisa, ut dividamus lineam MCO, ut jam docuimus (*in prop.4.hujus.*)

Quia autem requiritur præterea, ut lineas ducamus ad tale planum inclinatum rectas, nempè ut perficiamus omnia, quæ in planis ad tabellam rectis præstamus, ducatur ad lineam FM, perpendicularis FX, dico omnes lineas objectivas ad planum illud inclinatum rectas, habere apparentias in puncto X convenientes.

Demonstratio. Intelligatur ut prius linea FM, in statu erecto, nempe linea EF sit perpendicularis ad tabellam, planúmque trianguli EFM ad tabellam rectum, & consequenter totum triangulum MFX, erit ad tabellam rectum, & in tali situ KM, quæ est perpendicularis ad EM, communem sectionem trianguli & tabellæ, ad planum trianguli recta erit (*per* 4.*def.*11.) ergo omne planum per KM, ductum est rectum ad planum trianguli MFX erecti. Sed KM, est communis sectio plani inclinati, igitur planum inclinatum cujus communis sectio cum tabella est KM, est rectum ad planum trianguli MFX, est autem linea FM, communis sectio prædicti plani, & trianguli ad quam ducta est perpendicularis FX, ergo (*per* 4. *def.*11.) F X est ad tale planum recta. Sed planum quod in tabella delineamus est parallelum hùic plano inclinato, ex suppositione, igitur omnes lineæ quæ sunt ad planum describendum rectæ; sunt parallelæ lineæ FX, & F est oculus; igitur (*per* 2. 1. *hujus*) omnes conveniunt in puncto X, quod erat demonstrandum.

Restat ut doceamus modum illas dividendi per punctum X, in quo omnes istæ lineæ concurrunt. Ducatur linea XZ, parallela lineæ terræ, & æqualis lineæ FX; dico punctum Z, esse punctum distantiæ respectu illarum linearum. Proponatur igitur linea I dividenda, quia difficile est habere punctum in quo linea objectiva cujus linea I, est apparentia, attingit tabellam, quod diximus necessarium esse, ad divisionem alicujus lineæ. Utere ergo linea CD, sed jam divisa in suas partes perspectivas licèt minores, & ductis ex puncto Z, per singula divisionum puncta, lineis occultis linea I divisa erit, si autem alia linea verbi gratia q, dividenda esset, utendum esset parallela Vq, in partes adhuc minores divisa.

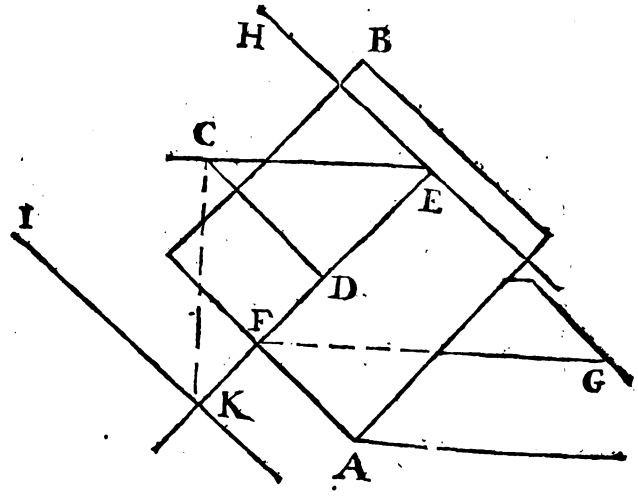
Inveniemus autem facilè apparentias cæterarum linearum, in eo plano ductarum, & ad communem sectionem illius cum tabella obliquarum, nam praxes communes suam vim obtinent: verbi gratia sit ducenda in eo plano linea, quæ cum perpendicularibus ad lineam terræ quemcumque angulum comprehendant. Fiat linea MK, æqualis lineæ MF, distantiæ scilicet puncti M, ab oculo; fiatque angulus MKI qualem desideramus; dico omnes lineas in plano hoc inclinato ductas, ad punctum I, cum lineis perpendicularibus ad lineam terræ, comprehendere angulum æqualem angulo MKI; ad quarum linearum divisionem, si linea KY sit æqualis lineæ KI, punctum Y erit punctum distantiæ, respectu linearum in puncto I concurrentium

PROPOSITIO XI.

Problema.

Omnes apparentias invenire quoties tabella est inclinata.

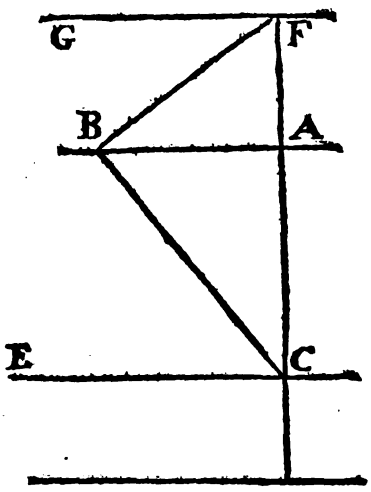
Non tantùm pictura exercetur in plano verticali, seu ad horizontem recto, sed etiam potest usurpari in plano quocumque, quoties in plano leges planorum inclinatorum observandæ sunt. Sit enim oculus in C, ducatur perpendicu-



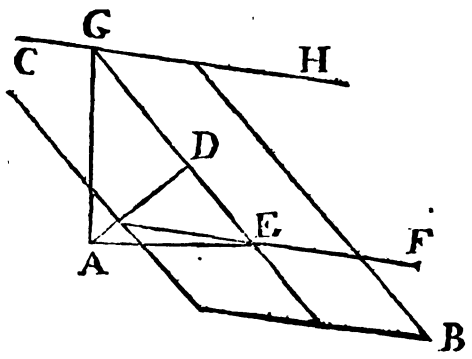
laris C D, hæc non dabit horizontalem lineam, ducatur linea horizonti æquidistans per oculum quæ sit CE, & æquidistans FG, in plano horizontali ductæ, & perpendiculari ad FA, communem sectionem plani horizontalis, cum tabellâ, hæc linea C E attingat tabellam in E, punctum E erit concursus omnium linearum parallelarum lineæ FG (*per secundam* 1.*hujus*) factâ HE æquali ipsi E C, punctum H erit punctum distantiæ. Per oculum C ducatur linea verticalis C K, in puncto K, concurrent omnes apparentiæ linearum verticalium, quæ in tabellâ verticali, verticales erant, & parallelæ; ductáque linea KI, parallela lineæ AF, factâque KI, æquali ipsi CK, erit I punctum distantiæ, è quo dividi poterunt, omnes apparentiæ linearum verticalium, quas diximus concurrere in puncto K. Pariter in linea horizontali HE inveniuntur omnia puncta accidentalia, linearum horizontalium.

Moneo autem ea omnia, quæ diximus propo-

poſitione 10. de plano magis aſſurgente versùs punctum principale, proportione quâdam intelligenda eſſe, de plano magis depreſſo.



Sit ergo punctum principale A, linea horizontalis AB, punctum diſtantiæ B, ſitque aliquod planum magis inclinatum, & declive versùs partes A, quam planum horizontale, facto angulo ABC æquali, inclinationi prædicti plani cum horizontali plano, erit punctum C, quaſi punctum principale reſpectu illius plani, hoc eſt omnes lineæ in tali plano perpendiculares ad ejus lineam terræ, ſeu communem illius ſectionem cum tabellâ, concurrent in puncto C, linea CE erit quaſi ejus horizontalis; factâque CE, æquali ipſi CB, erit punctum E, punctum diſtantiæ neceſſarium ad earum diviſiones. Fiat angulus CBF rectus, in puncto F, concurrent omnes lineæ ad illud planum rectæ; fiat linea FG æqualis lineæ BF, erit G punctum diſtantiæ, neceſſarium ad diviſiones illarum linearum, concurrentium in puncto F, quæ omnia patent ex dictis.



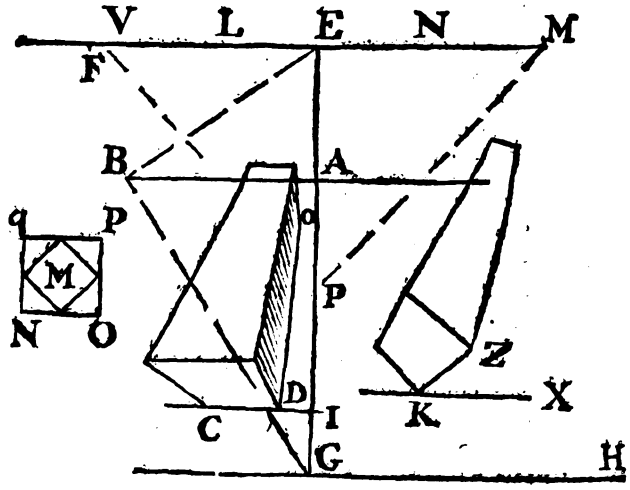
Hac ultima notatione utendum erit, quoties tabella inclinata erit versùs oculum. Sit enim oculus A, tabella inclinata BC, ita ut linea perpendicularis ab oculo, ad tabellam ſit AD, linea autem ab eodem oculo ducta, & horizonti æquidiſtans ſit AE, per quam ducatur horizontalis EF; dico in puncto E, concurrere omnes lineas horizontales perpendiculares ad communem ſectionem plani horizontalis & tabellæ, ſi fiat EF, æqualis lineæ AE, erit punctum F punctum diſtantiæ, per oculum A. Intelligatur duci linea verticalis AG, attingens lineam ED, productam in puncto G, (*per ſecundam 1. hujus*) omnes apparentiæ linearum verticalium concurrent in puncto G: ſit GH, parallela lineæ EF, & æqualis lineæ AG, F erit punctum diſtantiæ, dividendis lineis verticalibus accommodatum.

PROPOSITIO XII.

Problema.

Praxis ſuperioris doctrinæ.

Quia difficile nonnullis videretur tot plana excogitare, ut melius percipiatur praxis; ſit punctum principale A, punctum diſtantiæ B, ſit ſupra lineam CD in horizontali plano poſitam deſcribendum priſma, quod magis elevetur versùs punctum principale A, quam horizontale planum. Fiat angulus ABE, æqualis angulo quem priſma com-



prehendere debet cum plano horizontali: per punctum E ducatur EF, parallela lineæ terræ, & æqualis lineæ BE, erit punctum F punctum diſtantiæ: fiat item angulus ABG rectus, & linea GH, ſit lineæ terræ parallela, & æqualis lineæ BG, punctum H erit punctum diſtantiæ reſpectu linearum in puncto G concurrentium. Sit igitur ſupra lineam CD, in horizonte poſitam, deſcribendum tale priſma productâ lineâ CDI, & diviſa in partes ſuas minores tamen, ex puncto diſtantiæ F determinabis longitudinem radiorum DE, CE, habebiſque punctum O. Per puncta C, D, O, duc lineas ad punctum G, divides autem eas ex puncto diſtantiæ H, utendo linea CDI, in ſuas partes diviſa. Et hoc modo perfectum erit priſma, quod magis elevabitur quam horizon versùs punctum viſûs.

COROLLARIUM I.

Si è contrà velles illud priſma elevare, & inclinare in partes anteriores, dum inclinatur versùs reſpicientem, ejus baſis aſſurgit versùs punctum viſûs: unde ſi linea DK, & aliæ ipſi parallelæ fierent longiores, nempè quæ concurrunt in puncto G determinent longitudinem, & quæ concurrunt in puncto D nempe DO, KS, latitudinem, habebis priſma inclinatum in partes anteriores, id eſt verſus reſpicientem.

COROLLARIUM II.

Si quis deſideraret priſma, quod horizontale planum tangeret tantum in uno puncto, ſeu angulo, & quod pariter elevaretur ad partes, puncti principalis, magis nempè quam horizon illius plani, baſis includatur quadrato, ut vides in figura M, deinde priſma cujus baſis NOPq ſicut prius delineetur, quod nempe horizontem tangat in linea NO.

COROL

Digitized by Google

COROLLARIUM III.

Quando autem delineandum est prisma, quod non inclinetur directè, versus punctum principale, sed ad latera, ita tamen ut una ejus superficies maneat in plano directè inclinato versus punctum principale, atque adeo quod horizontale planum tangat in uno tantum puncto. Sit illud punctum K, assumatúrque punctum accidentale M, ad quod tendere debeant aliquæ lineæ illius prismatis, oportet invenire aliud punctum accidentale ad quod dirigi debeant aliæ lineæ, cum prioribus facientes angulum rectum, volumus aliquam prismatis superficiem coincidere cum eo plano inclinato. Sit linea EP, æqualis lineæ EB, & ad lineam PM, ducatur perpendicularis PV, punctum V erit punctum accidentale contrapositum. Sit linea ML, æqualis lineæ MP, & linea VN, æqualis lineæ VP, punctum L erit punctum distantiæ ad dividendas lineas tendentes in punctum M, sicut punctum N, respectu linearum tendentium ad punctum V. Ex K ducantur lineæ KV, KM, KG, seu KZ, quæ KZ, dividetur ex H, per lineam KX, divisam in suas partes, KV dividetur ex puncto N, item per lineam KX, KM item dividetur ex L, per eandem KX, in plano horizontali ductam, & jam in suas partes divisam.

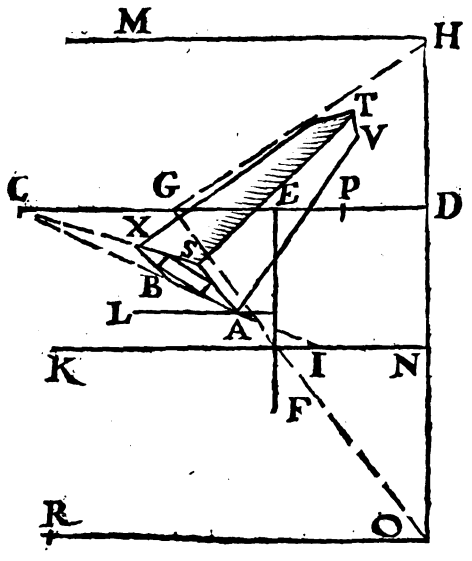
Atque hoc modo perficiemus ea omnia quæ in hoc plano magis elevato, quam sit horizontale planum, nec difficilius operaremur in plano minus elevato quam sit horizontale planum.

PROPOSITIO XIII.

Problema.

De Plano magis elevato quam horizontale planum, in quamcúmque partem voluerimus.

Sit exprimendum seu delineandum planum, primò quod sectionem communem cum horizontali plano habeat lineam AB, quæ producta secet



lineam horizontalem in puncto C, certum est omnes lineas huic communi sectioni parallelas concurrere in puncto C. Ad hanc lineam ducatur perpendicularis perspectivè in plano horizontali quæ sit AD, si velimus autem planũ, quod 30 gradibus magis elevetur, quam horizon versus illam par-

tem, sit punctum principale E, distantia oculi ab eo EF, sitque DG, æqualis lineæ DF, fiat angulus DGH graduum 30, dico si ex A & B, ducantur lineæ AH, BH, formari planum nempe per AB, AH ductum, quod cum horizontali comprehendat angulum graduum 30.

Demonstr. Intelligatur linea EF, erecta perpendiculariter ad tabellam, æqualis erit distantia ab oculo ad punctum D, in tali situ lineæ DF & DG, illi æquali; angulus item HDF, in tali situ rectus est. Nam linea DF, in tali situ est in plano horizontali, ad quem linea verticalis recta est; igitur linea quæ ab F ad G duceretur cum linea DF, hoc est cum horizontali aliqua linea angulum comprehendit graduum 30. & omnes lineæ quarum apparentiæ concurrunt in puncto H, similem angulum comprehendunt cum plano horizontali. Sunt enim parallelæ illi lineæ FH, intelligendo semper lineam FE, esse in situ erecto ad tabellam: igitur linea BH, AH, perspectivè talè efformant planum, ad quod planum pertinet etiam linea AC; quare si duceretur linea HC, hæc haberet respectu talis plani vicem horizontalis lineæ. Et quia AB, quæ est perspectivè in plano horizontali attingit lineam terræ in puncto I, si per punctum I, duceretur parallela lineæ HC, hæc haberet vicem lineæ terræ respectu talis plani, & puncta H, & C essent accidentalia. Pariter si ex puncto E, ad lineam HC duceretur perpendicularis, punctum in quo eam secaret esset punctum principale respectu illius. Sed ne confundamus figuram, cum hujusmodi lineis non indigeamus ad divisionem linearum AH, BH eas non duximus, cum per parallelas lineæ terræ communi ductas, in punctis A & B, id possimus præstare. Quare per punctum H, ducatur linea HM, parallela lineæ terræ, & æqualis lineæ quæ est inter H & oculum, seu punctum F, hoc est lineæ HG, dico punctum M, posse habere vicem puncti distantiæ necessarii ad divisionem linearum AH, BH.

Secundò ducatur linea GO, perpendicularis ad GH, attingens lineam HO, in puncto O; dico omnes lineas in puncto O concurrentes, esse perpendiculares tam; ad lineas in puncto C concurrentes, quam ad lineas transeuntes per punctum H. Et primò quidem per punctum H ostenditur; nam omnes lineæ quarum apparentiæ transeunt per punctum H, sunt parallelæ lineæ quæ ex oculo ad H, duceretur; item omnes quarum apparentiæ transeunt per O, sunt parallelæ illi quæ ex oculo transiret per O. Cum ergo quæ transit ex oculo per H, sit perpendicularis ad eam quæ ducitur ex oculo per O; nam idem fit angulus in oculo qui fit in puncto G, lineæ quarum apparentiæ transeunt per O, secant perpendiculariter illas quarum apparentiæ transeunt per H, sunt etiam perpendiculares ad eas quæ transeunt per punctum C. Nam lineæ omnes quarum apparentiæ transeunt per H & O, sunt in plano verticali eodem, ad quod lineæ ex C, cum linea AD, fuerit facta perspectivè ad AC perpendicularis.

Restant dividendæ lineæ quæ ducentur ad punctum C, illæ dividentur ex puncto P; quia CP æqualis est lineæ CF, distantiæ puncti C ab oculo, quæ eadem est, ac linea CF, & quia CP, parallela est lineæ terræ, utendum erit linea terræ aut aliqua illi æquidistante, in suas partes licèt minores divisa. Ut dividantur lineæ in punctum O concurrentes, oportet accipere distantiam quæ est à puncto O, usque ad oculum, ut fecimus

circa punctum H, quæ transferatur in parallelam OR.

COROLLARIUM.

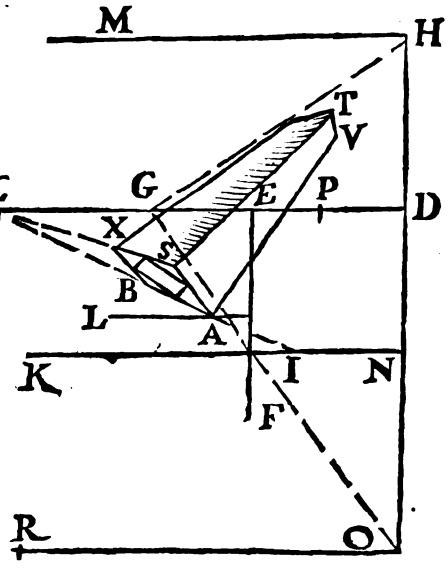
Si verò deberet priſma tangere horizontem tantum in angulo, ita ut ejus ſtriæ tenderent ad punctum H,& nulla linea cum horizontali plano congrueret, ei circumſcribendum foret quadratum quod ejus angulos tangeret, & ſecundùm lineam integram coincideret cum horizontali plano, ut jam docuimus ſupra.

PROPOSITIO XIV.

Problema.

Praxis præcedentis propoſitionis.

Inventis tribus accidentalibus punctis C,H,O, & eorum punctis diſtantiæ P, M, R, ſit delineandum priſma quod planum horizontale tangat ſecundùm lineam AB, ex punctis A & B, ducantur



lineæ ad punctum H, ad quorum longitudinem determinandam, utendum eſt puncto diſtantiæ M, & lineâ terræ KN, aut ejus parallela AL, in ſuas partes minores diviſa. Sit determinata linea AV. Ex puncto accidentali O, ducantur lineæ OAS, OBX, OVT, unius autem tantum determinetur longitudo, ope puncti diſtantiæ R. Supponendo ſcilicèt quod linea OR ſit æqualis diſtantiæ quæ eſt inter punctum O, & oculum, (defuit autem charta,) invento puncto S,ducatur ad punctum C, linea SX, occurrens lineæ OBX, in puncto X,ducatur item linea STH, occurrens lineæ OVT in puncto T, ex T ducatur linea TC, & ex X linea XH, & perfectum erit priſma, attingens horizontale planum ſecundùm lineam AB,& angulum cum eodem horizontali plano comprehendens æqualem angulo AGD.

COROLLARIUM I.

Vides autem in figura ſi intrà rectangulum AX, deſcriptum eſſet aliud rectangulum, cujus anguli, latera rectanguli AX attingerent,deſcriptum eſſet priſma cujus omnes ſtriæ angulum cum horizonte comprehenderent æqualem angulo HGD.

COROLLARIUM II.

Si lineæ AS, BX fierent longiores,& AV breviores, fieret priſma inclinatum ex parte reſpicientis ex parte oppoſita,cujus inclinatio cum horizonte eſſet complementum anguli HGD, hoc eſt ſi angulus HGD fuerit graduum 30. ejus inclinatio nempè angulus plani AX, cum horizonte eſſet graduum 60.

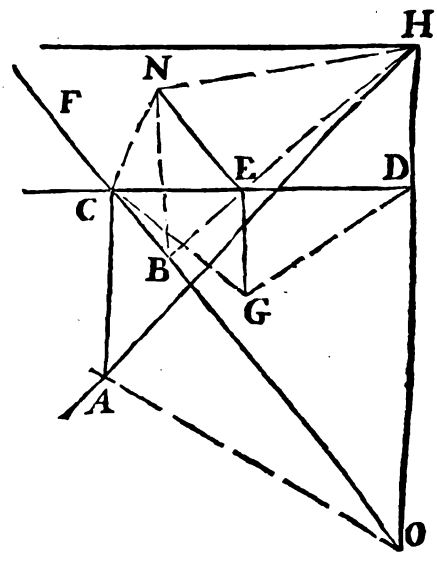
Quia autem poſſet aliquis velle illud idem priſma inclinare, immobili permanente linea AV, ita ut attolleretur ſupra horizontem linea AB, ita tamen ut angulum rectum perſpectivum cum linea AV efficeret; ideo ſequentem propoſitionem adjungo, in qua data apparentia alicujus lineæ, & puncto ejus accidendali, doceo modum aſſignandi omnes apparentias linearum cum ea angulum rectum componentium.

PROPOSITIO XV.

Problema.

Datâ apparentiâ lineæ quomodolibet inclinatæ, & ejus puncto accidentali, aſſignare apparentias omnium linearum, angulum rectum componentium, cum ea & earum puncta accidentalia.

Sit qualis in ſuperiori figura linea AH quomodolibet inclinata ad planum horizontale. Sit punctum principale E,diſtantia oculi ab eo,æqualis lineæ EN, linea horizontali EC, ad quam ca-



dat perpendicularis HDO. Ex puncto H, per punctum principale E, ducatur linea HEB, ad quàm ſit perpendicularis EN, æqualis diſtantiæ oculi à tabella, ducaturque linea HM, ad quam ſit perpendicularis NB, attingens lineam HEB, in puncto B, per quod ducatur ad HB, perpendicularis BC; dico in ea producta eſſe puncta accidentalia omnium apparentiarum, repræſentantium lineas perpendiculares, ad eam cujus AH eſt apparentia. Primò quidem oſtendo punctum B, eſſe punctum accidentale, ex quo lineæ ductæ, erunt apparentiæ linearum perpendicularium perſpectivè ad lineam AH, ſupponatur triangulum HNB ita erigi, ut ſit ad tabellam rectum, hoc eſt punctum N, cum oculo coincidat.

Demonſtratio. Cum BC, ſit perpendicularis ad BH, communem ſectionem plani HBN, & tabellæ, (*per 4. def.* 11.) erit CB, ad planum trianguli

guli HBN recta, quare (*per* 18.11.) omnia plana per ipsam ducta, quale est planum C B N, sunt recta ad planum trianguli HBN, ad quorum communem sectionem BN, sit ducta perpendicularis H N. (*per* 4. *def.* 11.) hæc erit recta ad planum per CB, BH ductum, unde angulus CNH rectus erit, sicut BNH. Intelligantur ergo duci ex puncto accidentali C plurimæ lineæ, ad lineam AH, verbi gratia CA, dico angulum CAH, esse apparentiam anguli recti, cum enim ex oculo N, cadat in tabellam linea NC, apparentiæ omnium parallelarum ipsi CN, concurrent in puncto C, igitur CA sumi potest pro apparentia parallelæ ipsi CN; pariter cum ex oculo N, ad tabellam ducta sit linea NH; AH, potest sumi pro linea ipsi parallela, ergo lineæ CA, AH, sumi possunt pro apparentiis linearum parallelarum lineis C N, N H, sed lineæ CN, NH, angulum rectum comprehendunt; ergo C A H est apparentia anguli recti, quod erat demonstrandum.

Cum autem lineæ quarum punctum accidentale est in C, sint lineæ horizontales; linea CA erit in horizonte, unde si velit aliquis lineam elevatam supra horizontalem,& angulum rectum comprehendentem; quærendum esset punctum accidentale supra horizontalem CD, sed semper in linea CO, verbi gratia in puncto F, si quis autem velit lineam descendentem infra horizontem quærat infra punctum C.

Notandum item posse dari lineas perpendiculares ad eam cujus AH est apparentia, quæ sint parallelæ tabellæ, & illæ erunt parallelæ lineæ CB; nam si in plano FBN, per oculum N, ducatur parallela lineæ CB, quæcúmque linea objectiva illi parallela; etiam parallela erit tabellæ, & habebit apparentiam sibi parallelam, & consequenter parallelam lineæ C B.

Quare hâc propositione, datâ quâlibet lineâ inclinatâ ad horizontem, dabimus apparentiam aliarum linearum cum ipsis angulum rectum perspectivum comprehendentium, & seligemus dum opus erit, eas quæ inclinatæ erunt ad horizontale planum, quod erit inferius usui, ut videbimus in praxi.

PROPOSITIO XVI.

Problema.

Datis punctis accidentalibus duarum linearum, angulum rectum comprehendentium; invenire punctum accidentale, tertiæ lineæ cum utráque angulum rectum comprehendentis, seu quæ sit recta ad planum per eas ductum.

Vide figuram præcedentem.

Quia pleraque corpora, quorum apparentias delineandas suscipimus, angulum rectum solidum continent; fit autem angulus rectus solidus, ex tribus lineis, quarum singulæ cum aliis angulum rectum comprehendunt, seu quoties, ad planum per duas ductum, in communi concursu ducitur linea ad planum recta. Postquam docuimus modum inveniendi perpendiculares omnes, quæ ad unam duci possunt, & ostendimus, eorum puncta accidentalia esse in linea aliqua determinata; restat ut ex iis punctis accidentalibus,à quibus lineæ ductæ sint perspectivè perpendiculares, etiam ad inventam perpendicularem. Si enim in superiori figura, omnia puncta quæ sunt in linea C D, possunt esse ita accidentalia, ut linea ab iis ducta sit perspectivè perpendicularis ad AH; supponatur selecta fuisse linea CA, oportet autem invenire, punctum accidentale, ex quo ducta linea ad punctum A, sit perspectivè perpendicularis ad utramque, nempè ad AH,AC. Ex puncto accidentali C, per punctum principale E, ducatur linea CED,ad quam sicut priùs sit perpendicularis EG, æqualis distantiæ oculi à puncto principali, ducatúrque CG, ad quam sit perpendicularis GD,per D, agatur perpendicularis DO, secans lineam CB, in puncto O, assero punctum O, tale esse, ut omnis linea ab ipso procedens, sit perpendicularis perspectivè ad CA, eadem enim est praxis quâ in propositione 13. Ostendimus omne punctum lineæ CB, tale esse, ut possit esse punctum accidentale, in quo conveniant perpendiculares, quæ duci possunt, perspectivè ad lineam AH. Eâdem ergo demonstratione evincitur puncto O, esse accidentale respectu perpendicularium quæ duci possunt ad CA, sed cum etiam illud pertineat, ad lineam CB, erit accidentale respectu perpendicularium, quæ duci possunt ad CA, igitur si ducatur linea O A, fiet in puncto A, angulus rectus solidus.

Ut habeantur puncta distantiæ,semper accipienda est distantia puncti accidentalis, ab oculo,quæ transferenda est in parallelam lineæ terræ, quâ utendum erit, ad determinandam longitudinem apparentiarum: utimur autem vel parallelis lineæ terræ, vel ipsa lineâ terræ; quia sæpè nimis difficile est eas producere usque ad lineam terræ. Cum igitur utimur parallela lineæ terræ, ea antea dividi debet in partes suas realiter minores, licèt perspectivè æquales divisionibus lineæ terræ. Sicut fecimus prop. 14.

PROPOSITIO XVII.

Theorema.

Nulla apparentia lineæ quantumlibet productæ, pervenire potest ad punctum suum accidentale, licèt magis ac magis ad illud possit accedere.

Ut meliùs natura puncti accidentalis innotescat, comprehendo autem sub nomine puncti accidentalis, etiam punctum principale,& puncta distantiæ: intelligo igitur per punctum accidentale, omne punctum in quo apparentiæ linearum objectivarum parallelarum conveniunt. Dico ergo nullam apparentiam lineæ, pervenire posse usque ad punctum illud accidentale, licèt possit ad illud semper accedere. Hoc est quantumlibet linea objectiva in infinitum, magis, & magis producatur, fiet quidem longior ejus apparentia, nunquam tamen coincidet cum eo puncto ad quod diriguntur apparentiæ reliquarum parallelarum. Quod facillimè in puncto principali ostendemus, cum enim punctum principale sit in plano verbi gratia horizontali per oculum ducto, si linea ad tabellam recta, & in plano horizontali, cui insistit tabella ducta, quantumlibet producatur, ejus quidem apparentia magis, ac magis accedet ad punctum principale; quia intervalla parallela à longè visa, semper spectantur sub minori angulo, nunquam tamen, si mathematicè loquatur coincident. Quod idem est ac dicere: Apparentia lineæ infinitæ finita est.

Digitized by Google

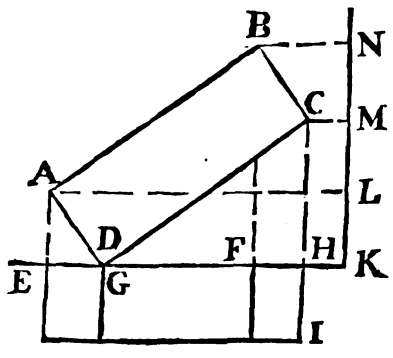
Quamvis ea quæ hactenus de punctis accidentalibus diximus, ſufficere poſſint, ut corporum quomodocumque inclinatorum apparentias delineare poſſimus, quia tamen non quicumque perſpectivâ indigent, poſſunt Geometricis principiis inſiſtere, ideo praxes aliquas communes, & intellectu faciliores hic ſubjungam, forſitan paulò longiores.

PROPOSITIO XVIII.

Theorema.

Quid ſit Ichnographia, ſolidi inclinati, quid Orthographia.

Etiam ſi ſolida inclinata inſiſtant plano horizontali, tantum ratione unius lineæ, quâ illud attingunt, aut etiam unius puncti, atque adeo nullam in eo baſin, aut Ichnographiam habere videantur, demiſſis tamen ex ſingulis angulis ad planum horizontale perpendiculis formatur eorum Ichnographia, quæ Ichnographia habenda eſt Geometrica; non poteſt autem facilè haberi, niſi ſaltem corporis illius elevati, & inclinati ut par eſt habeatur Orthographia; quæ Orthographia eſt quaſi baſis, & veſtigium corporis in plano, verticali directè viſo, ſeu parallelo tabellæ. Hoc eſt ſicut demiſſæ perpendiculares ad planum horizontale, ex ſingulis corporis angulis, in eo deſignant ejus Ichnographiam; ita etiam ſi ex iiſdem corporis angulis ad planum verticale directè, ſeu ὀρθῶς viſum, ducantur perpendiculares, oritur Orthographia. Quoties corpus inclinatum exprimendum eſt, in quamcumque partem obverti debeat illa inclinatio; primò ſupponendum eſt illud inclinatum eſſe modo facillimo, & ſuperiùs explicato, nempe inclinatione parallela tabellæ. Ut ſi parallelipipedum inclinandum ſit, primò habenda eſt ejus Orthographia ABCD, quæ in-



clinetur prout libuerit, ſi cadant ad lineam E H perpendiculares, habebitur pars Ichnographiæ nempe in linea EH puncta E, G, F, H; cui ſi adjungas latitudinem corporis H I, habebitur Ichnographia corporis inclinati, quæ ſemper minor erit, quam ſi idem corpus jaceret horizontaliter, & quò magis erectum erit corpus, eò minor erit ut patet.

Quatuor ergo nobis præſtanda ſunt, primum habenda Orthographia. Secundum delineanda Geometricè Ichnographia. Tertium perſpectivè delineanda ea Ichnographia, & in eam partem dirigenda ad quam voluerimus inclinationem fieri. Quartum excitandæ perpendiculares, quæ angulorum omnium apparentias habebunt, ſed hæc omnia praxis ſatis oſtendet.

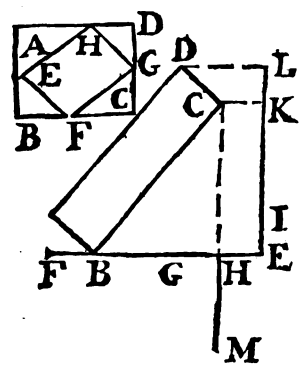
Nonnulli ut omnes elevationes in una linea habeant, ex ſingulis angulis ſolidi, ſecundum inclinationem propoſitam elevati, ducunt parallelas uſque ad lineam aliquam verticalem; ut ſi ducatur linea K N, & à ſingulis angulis A B C D, ducantur lineæ parallelæ AL, CM, BN: habebuntur omnes elevationes in linea KN, & omnia puncta Ichnographiæ in linea EH. Sed hæc ſunt tantum praxes variæ, doctrinam, aut demonſtrationem non immutantes.

PROPOSITIO XIX.

Problema.

Parallelepipedi declinantis gradibus 30. *& inclinati gradibus* 50 *apparentiam delineare.*

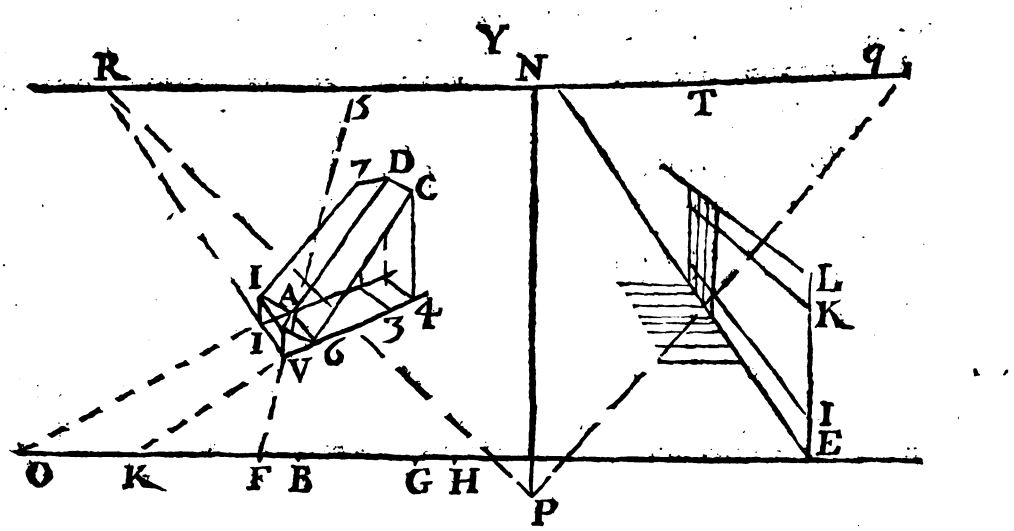
Primò fiat Orthographia talis plani A B C D, ſitque angulus C B E graduum 50, tum ex angu-



lis ſingulis cadant perpendiculares ad lineam EF, quæ pro pavimento ſumitur, & quæ contractionem Ichnographiæ notatam habebit. (Nam ut diximus, plana quò minùs inclinantur, hoc eſt quò minùs recedunt à perpendicularibus eò breviorem habent inclinationem.) Sint igitur puncta notata FBGH. Sit item linea E L, in quam ducantur lineæ parallelæ, notantes puncta I, K, L, ponatur autem corpus illud quod deſcribimus, triplam habere latitudinem ſuæ craſſitiei, ita ut latitudo ejus ſit æqualis lineæ HM, ejus longitudo ſit BC, & craſſities ſit DC.

Primò incipendum ab ejus Ichnographia ut diximus. Sit ergo punctum principale N, linea NP æqualis diſtantiæ oculi à puncto principali; quia autem volumus corpus quod deſcribimus declinare gradibus 30. verbi gratia ad dexteram, fiat angulus NPq graduum 30, erit q punctum accidentale, ad quod tendere debet Ichnographia corporis propoſiti. Sitque punctum R, aliud punctum accidentale diſtans nonaginta gradibus; quod punctum R habetur, facto angulo recto qPR, ſit item punctum S, punctum diſtantiæ reſpectu puncti q, hoc eſt ſit qS, æqualis lineæ Pq, & RT, æqualis lineæ PR, aſſignetur punctum V, in quo tale parallelepipedum delineandum eſt, ducatur linea Vq, ad punctum accidentale q, & ex ejus puncto diſtantiæ S, ducatur linea S V F, attingens lineam terræ in puncto F, ponanturque diſtantiæ ſuperioris figuræ FB, BG, GH, ex quibus punctis, ſi ducantur lineæ occultæ ad punctum diſtantiæ S, dividetur ut par eſt linea Vq, per

Digitized by Google



per quæ puncta ducendæ ſunt lineæ, ad punctum accidentale R contrapoſitum, tum ut habeas latitudinem Ichnographiæ, ex puncto diſtantiæ T, reſpectu nempe puncti R, duc lineam TVK, ſitque KO æqualis latitudini MH ſuperioris figuræ, ducatur linea OIT, & habebitur punctum I, in linea V I, per quod ducetur linea I q, ita habebitur Ichnographia declinans, quæ omnia deſumpta ſunt ex ſecundo libro. In puncto V, per 3 librum excitetur perpendicularis VA, æqualis perſpectivè lineæ EI ſuperioris figuræ, in puncto 3, excitetur perpendicularis 3D, æqualis perſpectivè lineæ E L, item in puncto 4. excita perpendicularem æqualem lineæ EK; denique in puncto 5, excita perpendicularem æqualem lineæ E K; tum ducantur lineæ 6 C, C D, D 7 & cæteræ, & perfectum erit parallelepipedum.

Demonſtratio. Quoad Ichnographiam, ſupponitur tota ex libro ſecundo, docuimus enim methodum deſcribendi quamcumque Ichnographiam, quare verè Ichnographia declinat gradibus 30. Quòd verò parallelepipedum inclinatum ſit gradibus 50, ita probatur; cum enim linea 64, æqualis ſit perſpectivè ſegmento BH, lineæ terræ, id eſt lineæ BH ſuperioris figuræ; item linea 4 C, fuerit facta perſpectivè æqualis lineæ E K ſeu HC, item angulus perſpectivus 6 4 C ſit rectus, nam linea 4 C verticalis eſt, & conſequenter recta ad planum horizontale; ſequitur triangulum 6 4 C, eſſe æquale perſpectivè triangulo CBH, & conſequenter angulum C 6 H, eſſe perſpectivè æqualem angulo C B H, quem ſupponimus eſſe graduum 50.

Notandum hic ſi benè operatus es, lineas 6 C, AD, & alias parallelepipedi ſtrias concurrere in eodem puncto accidentali Y, item lineam D7, & alias convenire in puncto accidentali R.

Notandum item, nos eâdem methodo potuiſſe idem parallelepipedum inclinare in partem oppoſitam, ſi nempe in puncto V excitaviſſemus perpendicularem æqualem lineæ EK, in puncto 6 aliam æqualem lineæ EL, in puncto 4, æqualem lineæ E I, tetigiſſet enim planum horizontale in linea 55.

Notandum Tertiò non tantum hanc methodum valere ad deſcribendum parallelepipedum tangens horizontale planum, cui tabella inſiſtit, ſed etiam in quacumque altitudine; nam loco lineæ BE, in quam fecimus perpendiculares cadere, ponatur alia illi parallela, tranſiens per punctum N, ſit a ut altitudo puncti B, ſit NE, & puncti A, ſit N I, puncti C, ſit NK, & puncti D, ſit NL, habebimus apparentias parallelepipedi in editiori loco collocati. Eadem tamen manebunt puncta accidentalia.

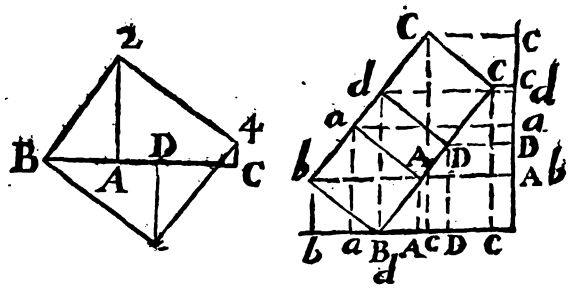
Si verò ſit propoſitum parallelepipedum deſcribendum cujus nulla linea, ſeu ſtria coincidat cum plano horizontali, ut in priori exemplo manente immobili linea 6 C, intelligatur parallelepipedum inverti, ita ut linea D7, non amplius ſit horizontalis, nec tendat ad punctum R, ſed altius dirigatur, volunt tale parallelepipedum includi intrà aliud, cujus linea aliqua tangat horizontale planum, aut illi parallela ſit.

PROPOSITIO XX.

Problema.

Priſmatis declinantis, & inclinati item horizontem in angulo tangentis, apparentiam delineare.

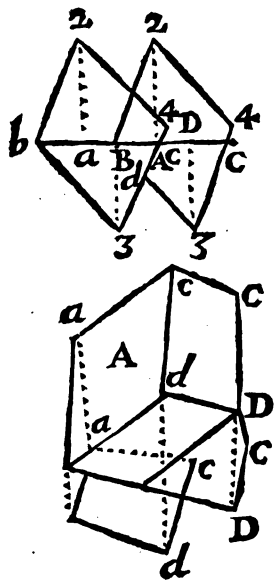
Sit priſma quadrangulare, cujus Ichnographia Geometrica. Sit figura A, baſis alicujus parallele-



pipedi, quod ita inclinare volumus, ut tangat horizontem in angulo, & adhuc linea metiens inclinationem ſit B C, hoc eſt ut major fiat irregularitas ſit linea B C. Ex ſigulis ejus angulis ad lineam BC, cadant perpendiculares, habeanturque in eâ, puncta B, A, D, C, inclinetur ea linea pro ut libuerit. Ponatur item craſſities priſmatis ſitque Bb, & perfecto parallelogrammo B C, ex ſingulis punctis tam in horizontalem b E, quam in verticalem EC, ducantur parallelæ, notenturque diviſionum puncta.

Notandum autem duplicem baſin formari, cum enim priſma noſtrum duplex habeat quadratum ſibi oppoſitum, quæ duo quadrata non ſibi reſpondent

pondent perpendiculariter; ideo duplex baſis formatur, quarum prima incipit à puncto b lineæ



b E, & finitur in parvo c, altera incipit à puncto B, & finitur in magno C. Dum elevatur autem totum priſma decreſcit longitudo BC, nullo modo decreſcit latitudo. Quare ſi loco lineæ AC primæ figuræ, ſumatur linea b c, cum ſuis diviſionibus, & in punctis a & A, excitentur duæ perpendiculares æquales lineæ A 2 primæ figuræ, & in punctis d & D aliæ duæ æquales lineæ D 3, & in punctis c & C. Fiet duplex Ichnographia b234, & B234, quæ per modum unius Ichnographiæ perſpectivè delineandæ ſunt, pro ut voluerimus priſma noſtrum declinare, aut non declinare.

Primò ergo hæc Ichnographia Geometrica in perſpectivam mutetur ſitque b B d D c C, tunc ex puncto b, excitetur perpendicularis perſpectivè æqualis lineæ bb, & in puncto d, alia æqualis lineæ dd, ita in reliquis angulis, & habebis omnes apparentias angulorum quibus priſma perficies. Si autem rectè operatus fueris, lineæ B D, b d, a c, aut convenient in eodem puncto accidentali, aut ſi accidat eas eſſe apparentias linearum parallelarum tabellæ, erunt inter ſe parallelæ. Idem dicendum de a b, A B, d c, D C; idem de B b, D d, c C, a A.

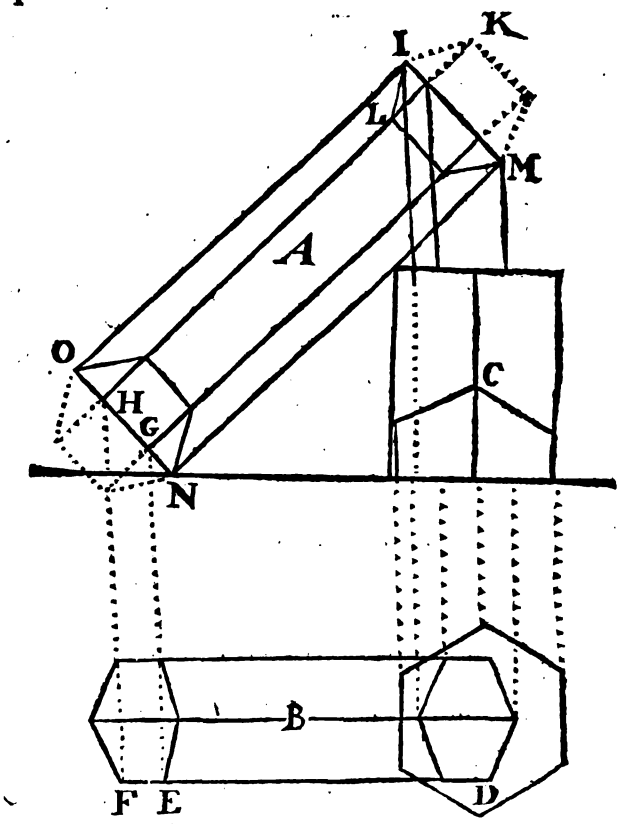
PROPOSITIO XXI.

Problema.

Priſmatis exagoni declinantis, & inclinati innixi alteri priſmati hexagono, apparentiam invenire.

Sit ſectio priſmatis exagoni diagonalis, parallelogrammum A. Sitque figura C, exagonum quod ſit baſis alterius priſmatis, cui priùs innititur. Ducantur ex ſingulis punctis in quæ cadunt perpendiculares, nempe ex punctis O, H, G, N perpendiculares, denotantes quantum in Ichnographia decreſcat linea diagonalis; cæteris ſuam longitudinem obtinentibus. In Ichnographia autem tantum duo latera videri poſſunt, quia ſi exagonum nitatur ex angulo duo ejus latera fiunt parallela. Atque ita perficietur tota Ichnographia compoſita, ut figura D ſatis oſtendit.

Hæc Ichnographia compoſita, per praxes ſecundi libri perſpectivè delineetur, cum quacumque declinatione, tum ex ſingulis ejus angulis eri-



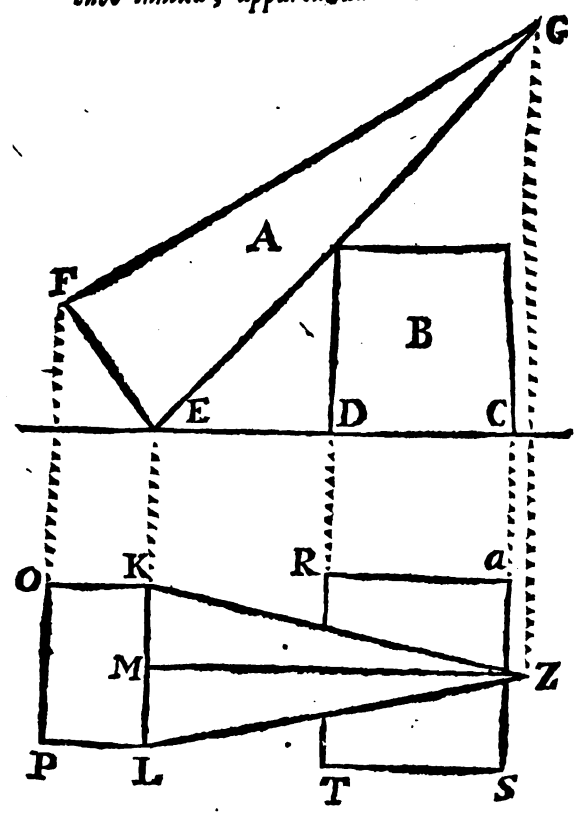
gantur perpendiculares, æquales ſibi reſpondentibus in ſuperiori figura eo modo quo diximus in aliis exemplis.

Si exagono circumſcribas circulum habebis cylindrum eodem modo inclinatum, & declinantem.

PROPOSITIO XXII.

Problema.

Pyramidis quadrangularis inclinatæ, declinantis cubo innixæ, apparentiam invenire.



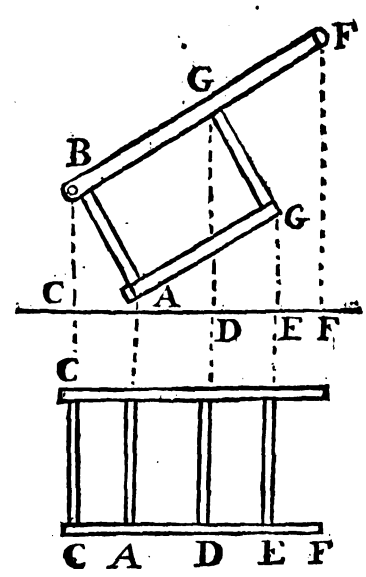
Sit pyramis cujus baſis quadratum, illius autem latus ſit linea FE, intelligatur ejus ſectio verticalis

lis esse figura A, & sectio item verticalis cubi esse figura B, incumbet autem horizonti secundùm lineam aliquam. Inclinetur ad libitum, ductisque ex more perpendicularibus, decrescet latitudo basis, eò quòd E G, sit inclinata, quare ejus basis licèt quadratæ, Ichnographia erit rectangulum, PK cubus autem habebit suam basin eandem, inclinatus enim non est.

Inventa Ichnographia composita, perspectivè delineetur, cum qualibet declinatione, & ex singulis ejus punctis erigantur perpendiculares inventæ per inclinationem Orthographiæ, & habebitur apparentia pyramidis, inclinatæ, & declinantis.

Si autem quadrangularis hæc pyramis, horizontale planum tangeret secundùm angulum, ejus basis, non esset rectangula, sed rhombus.

Quia autem longum esset singula corpora persequi, regula generalis esto. Supponatur corpus illud inclinatum inclinatione parallela tabellæ, secarique plano tabellæ parallelo, in quo ex singulis corporis describendi angulis, cadant perpendiculares, sic enim habebitur ejus Orthographia. Sicut enim Ichnographia formatur dum perpendiculares cadunt in planum horizontale; ita etiam habetur Orthographia corporis, dum ab eo cadunt perpendiculares in planum verticale directè oculo oppositum. Sic autem inclinatum corpus potest variè detorqueri, ita ut puncta in quæ cadunt perpendiculares sint varia. Hæc Orthographia est usui ut habeatur quantum longitudines ex inclinatione minuantur, iisdem manentibus latitudinibus. Hæc item Orthographia, ita inclinata, dat etiam longitudines perpendicularium à singulis punctis ad planum horizontale ductarum. Nam si ab angulo alicujus corporis ad planum verticale, ducatur perpendicularis, cum illa sit horizonti parallela; perpendicularis ducta ab angulo corporis ad horizontale planum, erit æqualis alteri perpendiculari, quæ ab alio extremo perpendicularis ducitur. Atque adeo Orthographia in quam cadunt perpendiculares, duo præstat, Ichnographiam enim decurtatam propter inclinationem exhibet, & longitudinem omnium perpendicularium determinat. Ex quo sequitur quod si Ichnographia sic decurtata, quomodocumque delineetur, hoc est cum quacumque declinatione, à linea terræ; & ex ejus punctis perpendiculares inventis perspectivè æquales excitentur.



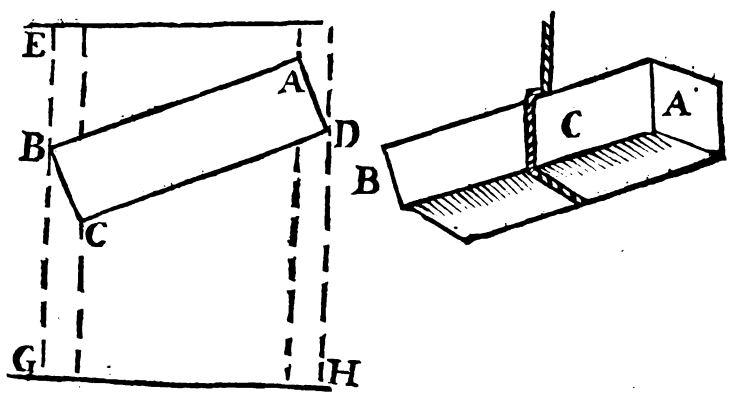
Ut si sedile delineandum sit inclinatum, inclinetur inclinatione parallela tabellæ. Ductis perpendicularibus, decurtantur lineæ, nempe pro linea A B, habetur A C; pro linea B G, habetur linea C D, & ita de reliquis. Latitudo verò sedilis non decurtatur per inclinationem. Unde in Ichnographia linea C C, est æqualis Geometricæ latitudini sedilis; at pro linea BG ponitur BD, quæ minor est, &c. in quo notandum est duplicem quasi Ichnographiam generari, unam partis superioris BGF, aliam partis inferioris AG, quæ exhibetur rectangulo A E.

Hæc Ichnographia perspectivè describatur, cum quâcumque voluerimus declinatione, excitatis enim ex singulis ejus punctis, perpendicularibus, perspectivè æqualibus lineis B C, GD, GE, FF, & aliis, habebimus apparentias angulorum,

PROPOSITIO XXIII.

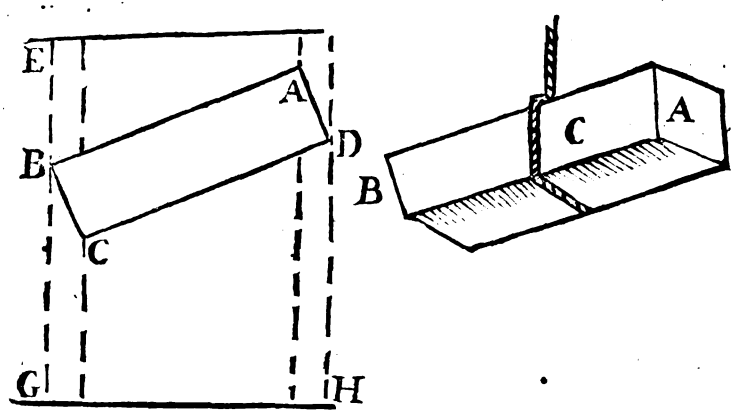
Problema.

De Corporibus in aëre suspensis.



Corpora in aëre suspensa iisdem prorsus praxibus delineantur ac corpora, horizontali plano cui tabella insistit, incumbentia. Primò enim docuimus modum designandi horizontalis plani, quantumlibet ab hoc plano inferiori distantis, in quo eodem modo operandum est ac in eo, nec te moveat quod si planum horizontale, sit altius puncto principali, faciem inferiorem ostendat, in eo

Digitized by Google



eo enim eodem modo operari debes, & ne turbetur imaginatio, invertatur figura, tantum ſi inverſa fuerit tabella, perpendiculares erunt accipiendæ, deorſum; ut reſtituta tabella, ſurſum erigantur, vel dum inclinabitur Orthographia verbi gratia ABCD, loco Ichnographiæ in plano horizontali ſubjecto, fiat Ichnographia (ſi tamen utendum ſit hoc nomine) in plano ſuperiori ductis nempè perpendicularibus BE, DF & aliis.

Si velis uti plano horizontali inferiori, dum inclinabitur Orthographia ABCD, linea ſubjecta perpendiculares BG, DH excipiens, & alias hujuſmodi, removeatur tantum ab Orthographia quantum volumus corpus delineandum diſtare à plano horizontali.

Eadem autem exurget baſis, ſeu Ichnographia decurtata quæ ſimili modo, delineabitur cum quâcumque voluerimus declinatione à lineâ terræ; dum verò in ſingulis ejus punctis, excitandæ erunt perpendiculares, illæ fiant perſpectivè æquales lineis BG, DH & aliis, per Orthographiam inclinatam inventis, & perficietur priſma.

Has praxes per Orthographiam, & Ichnographiam, ex inclinatione decurtatam, licèt univerſaliſſimas invenio operoſiſſimas; unde puto ſatiùs eſſe recurrere ad puncta accidentalia, quæ invenire non eſt adeo difficile, per praxes ſuperiùs allatas, ne quid tamen huic noſtræ perſpectivæ deeſſet, illas tradere volui quantum ſatis; nolui autem exempla multiplicare, in quibus nihil novi afferretur.

PROPOSITIO XXIV.

Theorema.

De Suſpenſionis puncto.

Quia nonnunquam funibus corpora ſuſpenſa librantur, ne quid inconcinni appareat, debent per centrum gravitatis ſuſpendi, hoc eſt in quocúmque ſitu, & inclinatione delineentur; debet fingi planum verticale, per centrum gravitatis tranſiens, & ſecundum planum illud ſuſpendi, corporum autem regularium quæ homogeneæ gravitatis finguntur, idem eſt centrum gravitatis, & magnitudinis, ut ſi priſma AB ſuſpendi debeat; fingendum eſt planum aliquod verticale, in quo ſit centrum gravitatis C, & in eo funis ſupponi, alioquin impoſſibile eſſet, ut corpus in tali ſitu permaneret.

PERSPECTIVÆ
LIBER QVINTVS.
De laquearibus & fornicibus.

VPERIORIBVS libris eas tradidimus perſpectivæ regulas, aut quæ communes eſſent, aut quæ ad communem tabellarum verticalium ſpeciem pertinerent. Ea in hoc libro præcepta proſequimur, quæ ad picturam horizontalem, aut irregularem ſpectant; id eſt in qua tabella horizontalis eſt, aut alterius cujuſcumque rationis non vulgaris. Quia autem vix unquam, in plano horizontali quod pedibus calcamus, ſed in ſuperiori horizontalium corporum ſuperficie pingimus, eò quòd cum illis ſuperficiebus inſiſtere debeamus, vix ab iis diſtare ſufficienter poſſumus, ut oculos decipiamus; ideo ea præcipuè conſiderabimus, quæ in ſuperioribus contignationibus, & Laquearium tabulatis delineari poſſunt; tum in fornicibus, & arcuatis ſuperficiebus. Si quæ alia occurrent, explicabuntur in decurſu. Incipio autem ab aliquibus notationibus.

ANIMADVERSIO PRIMA.

PRimò animadvertendum eſt, quotieſcumque in planis horizontalibus, tam ſuperioribus, quàm inferioribus pingimus, ut in contignatione aliqua plana; verè dari punctum principale. Hoc eſt punctum illud in quod cadit perpendicularis ab oculo ad tale planum ducta. Notandum item demonſtrationes noſtras primo libro traditas, vim

Digitized by Google

vim ſuam omnem, reſpectu talium planorum obtinere. Prima quidem quæ aſſerit omnem lineam objectivam tabellæ parallelam, habere apparentiam ſibi ipſi parallelam, atque adeò omnem figuram in plano tabellæ parallelo deſcriptam, ſimilem in tabella habere apparentiam, licèt ſemper minorem.

Sicut ergo circulus verbi gratia, aut quadratum, in plano verticali tabellæ parallelo, deſcriptum, habet apparentiam, quadratum, aut circulum; ita etiam quæcumque figura, in plano horizontali deſcripta eſt; in contignationibus, & tabulatis, eodem modo depingitur, ſimilemque habet inclinationem. Lineæ igitur objectivæ horizontales omnes, utpote tabellæ parallelæ, eundem ſitum in tabella obtinent, quem in ſeipſis habent.

Et pro communi earum menſura debet ſumi linea quæcumque, quæ ſimul ſit objectiva, & perſpectiva.

Quare quoties aliquid delineandum eſt in contignationibus, determinandus eſt locus è quo ſpectari debeat tota pictura: neque enim poſſibile eſt, ut ex omni loco appareat concinnè, & appoſitè. Cum igitur locum illum determinaveris, ſive ſit medius locus, ſive non, punctum in tabella, oculo hominis in tali loco conſtituti perpendiculariter reſpondens, erit punctum principale. Linea enim verticalis ad planum horizontale recta eſt.

Diſtantia quæ determinat multa, ut in praxibus ſuperioribus vidimus, eſt diſtantia oculi à puncto principali, quæ in lineas aliquas in tabella deſcriptas transferri poterit. Ut vidimus in perſpectivis communibus, eam diſtantiam transferri in lineam horizontalem, aut verticalem prout ferebant praxes noſtræ.

Linea horizontalis propriè loquendo nulla eſt. Nam linea horizontalis in communibus perſpectivis erat communis ſectio tabellæ, & plani horizontalis per oculum ducti, ſed quando tabella eſt tabulatum horizontale, nulla datur talis communis ſectio: igitur nulla eſt linea horizontalis.

Vices tamen ejus obibit, quælibet linea per punctum principale ducta, quæ ſemper erit communis ſectio tabellæ, & plani verticalis per oculum ducti.

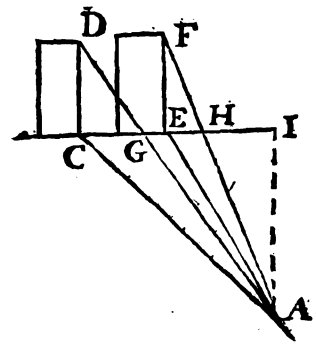
Linea terræ poteſt eſſe, quæcumque extremitas tabellæ, cui ducatur per punctum principale parallela, quæ munus obeat lineæ principalis. Unde ſi in medio tabulati, ſeu contignationis, fuerit punctum principale, quæcumque contignationis extremitas erit linea terræ ſuam habens lineam horizontalem ſibi reſpondentem, multiplicantur enim ad libitum lineæ horizontales, aut pro horizontali ſumptæ, in quas transfererur eodem modo diſtantia, ita ut utrinque ſint puncta diſtantiæ.

Secunda propoſitio fundamentalis, in hujuſmodi perſpectivis habet locum cum ſit univerſalis, & nullo modo affixa tabellis verticalibus, nempe ſi detur linea objectiva, non parallela tabellæ, cui per oculum ducatur parallela tabellam attingens, fore ut ejus apparentia per illud punctum tranſeat.

Unde primò omnis linea verticalis objectiva, habet apparentiam tranſeuntem per punctum principale; quia linea ducta ab oculo ad punctum principale, perpendicularis eſt ad tabellam quæ horizontalis eſt, igitur verticalis eſt, & parallela verticalibus; ergo omnes lineæ verticales tendunt ad punctum principale. Sic columnæ omnes, apparentiæ hominum ſtantium, omnia priſmata erecta, fiunt radii, eorumque apparentiæ quò magis accedunt ad punctum diſtantiæ, fiunt graciliores.

Baſes omnes corporum inſiſtentium horizontali plano, ſuam ſervant figuram, quod ſi inſiſtant ipſi plano tabellæ, nempè contignationi ſuam etiam magnitudinem ſervant.

Pariter lineæ omnes ad puncta diſtantiæ ductæ, ſunt apparentiæ, linearum objectivarum cum linea terræ angulum ſemirectum comprehendentium.



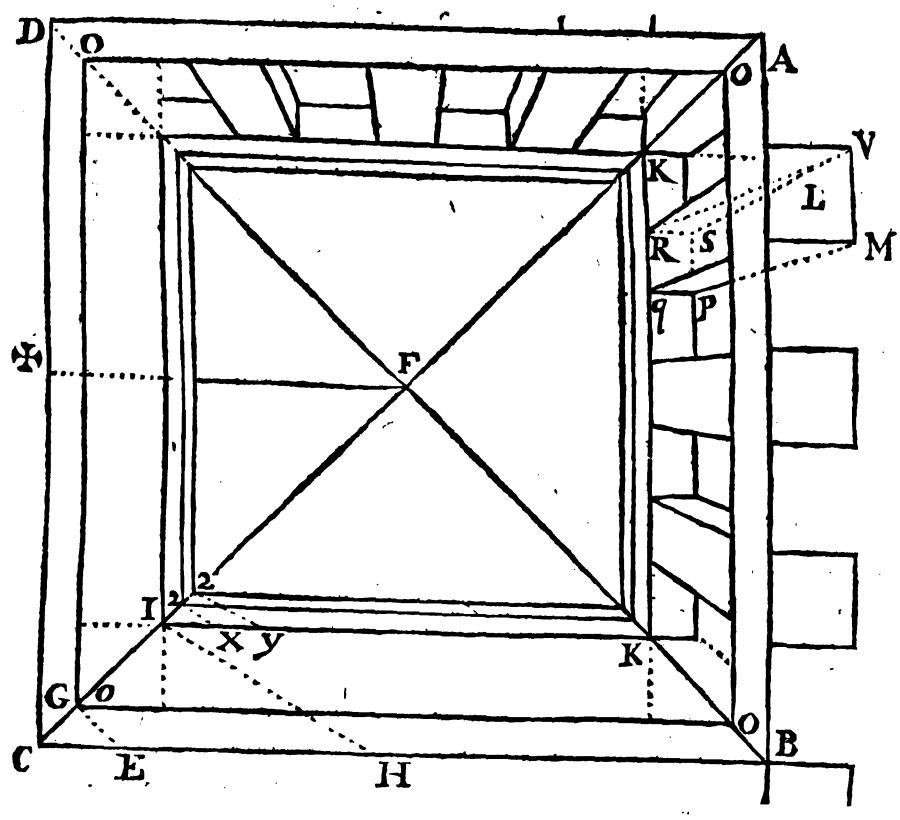
Mirantur nonnulli quod in hoc genere perſpectivæ objecta, propiora ſæpè habeant apparentiam minorem, eò quòd magis obliquè oculo objiciantur. Sit enim oculus in A; duo objecta æqualia CD, EF, punctum principale ſit I, clarum eſt apparentiam C G, corporis CD remotioris; majorem eſſe quam E H, appatentiam corporis vicinioris EF, quia nempe EF magis obliquè oculo objicitur; neque hoc mirum videri debet cum in communibus perſpectivis id accidat. Nam ſi linea C I fiat verticalis primaria, ſintque duæ lineæ objectivæ CD, EF horizontales, & æquales; CD quæ magis diſtat ab oculo I, majorem habet apparentiam; quia tamen licèt ab oculo magis diſtet, in tali caſu non diſtat magis à pedibus noſtris; ideo non cenſetur magis à nobis diſtare, ſicut in perſpectivis horizontalibus.

PROPOSITIO I.

Problema.

In tabulato horizontali quadratum paraſtadibus item quadratis inſtructum delineare.

Primò fiat quadratum ABCD, quantum volumus, quia autem volumus illud inſtruere paraſtadibus quadratis, circa illud depingantur varia quadrata, quæ ſupponantur eſſe baſes paraſtadum, ſit punctum principale in medio quadrati, nempè ductis diagonalibus AD, CD, ſe interſecantibus in puncto F, ſit punctum principale F, ſeligatur ad libitum linea CD, pro linea terræ, & linea F †, ſit linea diſtantiæ, quæ debet eſſe major quam in figura expreſſa ſit. Primò in lineæ terræ CD, ſit CE, craſſities tabulati, neque enim poſſunt paraſtades inſiſtere ſuperficiei tabulati indiviſibili, ſed addenda eſt aliqua craſſities, ſit deinde EH, altitudo paraſtadum incipiendo nempè ab E, ducantur duæ diagonales ad punctum diſtantiæ †, eruntque (*per* 12. 1. *hujus*) CG, CE; E H, GI, perſpectivè æquales. Per puncta G & I ducantur lineæ parallelæ lineis AD, CD, perfi-



cianturque quadrata, habebiturque altitudo omnium paraſtadum quas ita perficies. Verbi gratiâ ſit perficienda paraſtas ſupra quadratum L, ducantur ex MV, radii ad punctum principale E, uſque ad lineam I K, quam jam antea duximus; ducantur item radii ex punctis reliquis, occulti tamen, & ex P & q, ducantur duæ parallelæ lineæ horizontali, occurrentes radiis TR, VS, in punctis R & S, formabiturque ſecunda baſis PqRS. Producatur linea RS, occultè tamen uſque ad diagonales, hæc determinabit omnium paraſtadum baſin ſuperiorem; unde ductis ex ſingulis baſium angulis, lineis, uſque ad lineas formantes quadrata, jam deſcripta, perficientur paraſtadum apparentiæ. Si velis coronidem aliquam paraſtadibus imponere cum aliqua craſſitie, hæc in puncto H, lineæ terræ notanda eſſet; vel in linea I V, ſed debet jam eſſe diminuta; ductiſque ad punctum principale †, diagonalibus, habebis in radio IF, puncta 22, per quæ perficienda erunt quadrata. Et hoc modo habebis apparentiam paraſtadum, & coronidis impoſitæ.

Demonſtratio. Primò certum eſt baſes paraſtadum, benè exprimi per quadrata, quia verè ſunt in plano horizontali, & parallelo ſaltem tabellæ; dixi ſaltem, nam inferiores, ſunt in ipſo tabellæ plano. Item data G I, longitudine unius paraſtadis, per lineam I K, benè determinantur omnes, volumus enim paraſtades eſſe æquales, & diximus alias inter parallelas intercipi in radiis, apparentias linearum æqualium. Nihil eſt ergo quod non ſequatur regulas communes.

Dum autem accidit, ut punctum principale ſit extra tabellam, aut magis ad unam partem accedat, quam aliam, loco diagonalium, ducendi ſunt radii, ad punctum principale, & tunc in una parte longiores ſunt paraſtades, quàm ex aliâ, licèt earum apparentiæ lineis parallelis comprehendantur. Hoc melius concipietur ſi quis hæc præcepta revocet in praxin.

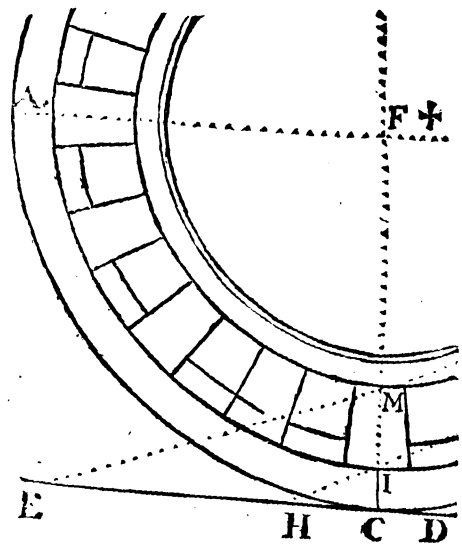
Poterant loco paraſtadum columnæ delineari, ſed tunc loco baſium quadratarum, circuli æquales formandi erant. Determinata autem, & inventa altitudine I, immo ſi velis facto circa unum circulum, quadrato L, & invento quadrato reſpondente PR, ductis duabus diagonalibus inveniretur centrum, tam quadrati, quam circuli inſcribendi, per quod centrum ductâ parallelâ, & perfecto quadrato in iis lineis invenitur centrum omnium baſium ſuperiorum. Reliqua ſunt ſimilia.

PROPOSITIO II.

Problema.

Circularis ſpeculæ paraſtadibus quadratis, aut columnis ornatæ, apparentiam in ſuperiori contignatione delineare.

Primò fiat circulus ABC, ſecundùm magnitudinem tuæ ſpeculæ, ponatur ejus centrum F, eſſe



punctum principale. Sit linea F †, vices obiens lineæ horizontalis, & E D illi parallela ſit linea terræ,

Digitized by Google

terræ, craſſities tabulati ſit CH, & HE, altitudo paraſtadum, ductis ad punctum diſtantiæ diagonalibus, habebitur in radio C F, linea C I, pro craſſitie tabulati, & linea M I, pro altitudine paraſtadis. Poteſt item addi aliqua craſſities coronidi, quæ paraſtadibus imponitur, latitudo paraſtadum eſt arbitraria; & quia quadratæ ſupponuntur, coronis eamdem habebit latitudinem, quam paraſtades, niſi velis coronidem illam paulò latiorem. Quæ omnia facilè perficiuntur deſcriptis ex centro circulis, ſtriæ paraſtadum ad centrum ducuntur, nulla niſi unica ſuperficies paraſtadum apparet, quia directè oculo opponuntur.

Eâdem praxi pro paraſtadibus columnas adjicies, quæ nihil habet præ paraſtadibus niſi, quòd media pars baſis ſuperioris circularis apparet; ideoque deſcribenda eſt.

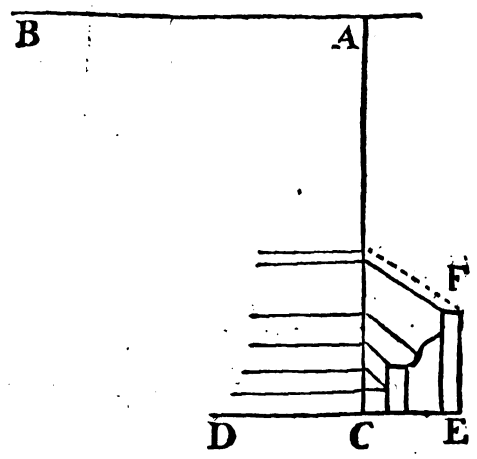
Non diſſimili ratione polygonas pinges ſpeculas, in quibus nihil admodum diverſum eſt, à quadratis aut circularibus niſi figura, quæ ſimilis ſemper tam in baſibus, quàm in coronidibus impoſitis invenitur.

PROPOSITIO III.

Theorema.

Coronidibus hujuſmodi ſpeculas ornare.

Habenda eſt primò ſectio coronidis quæ ſit CEF. Sit punctum principale A, punctum diſtantiæ B, linea terræ C D, radius principalis ſeu cadens perpendiculariter in lineam terræ, ſit A C, deſcribatur ſectio coronidis prout eſt in ſeipſa, ſupra lineam terræ CE, ita ut ejus extremitas tangat radium AC, tum ex ſingulis eius angulis ducantur diagonales ad punctum diſtantiæ B, ſecan-



tes radium AC, aſſero per illa puncta debere duci lineas formantes coronidem. Quare ſi apertura contignationis, quam delineare vis, & ornare coronide, fuerit quadrata, perficienda erunt ſingula quadrata, ſi fuerit circularis, per ſingulas ſectiones radii AC, deſcribendi erunt circuli.

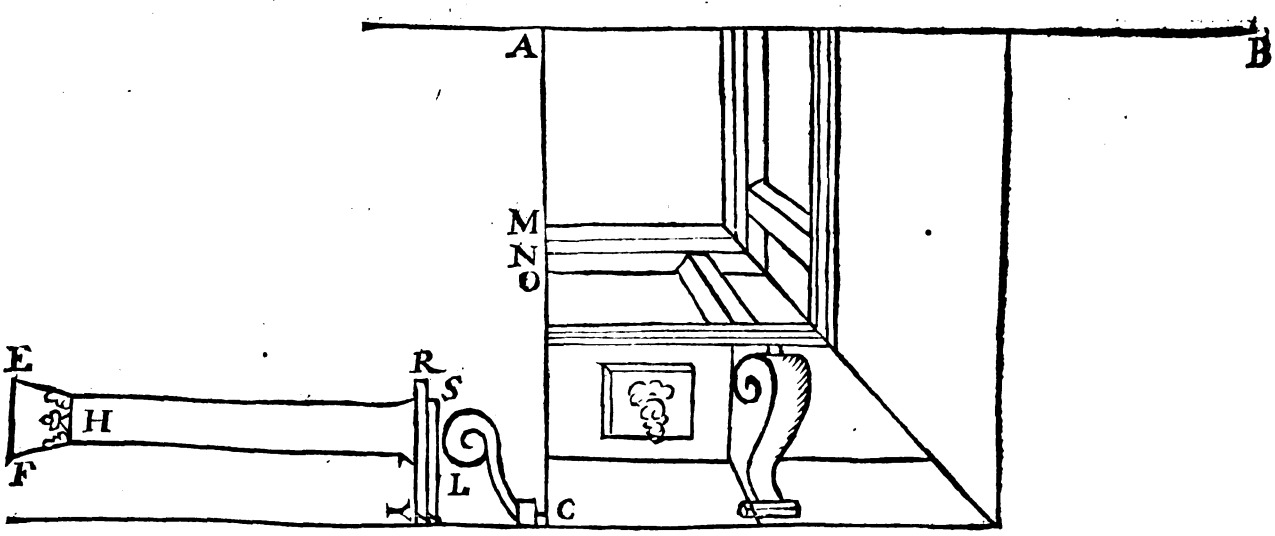
Demonſtratio facilis eſt. Si enim radium AC, ponas in ſuo ſitu naturali nempè horizontali, ſeu in contignatione, & lineam C E eleves perpendiculariter, linea AB pertingit ad oculum, nempe oculus erit in B, & ſectio coronidis C E F ſuum ſitum naturalem habebit, in quo ductæ ad oculum B, exhibebunt apparentias in radio A C.

Pariter ſi apertura polygona eſſet, perficienda eſſent ſingula polygona concentrica. Poſito ſemper quòd punctum principale fuerit in centrò polygoni.

PROPOSITIO IV.

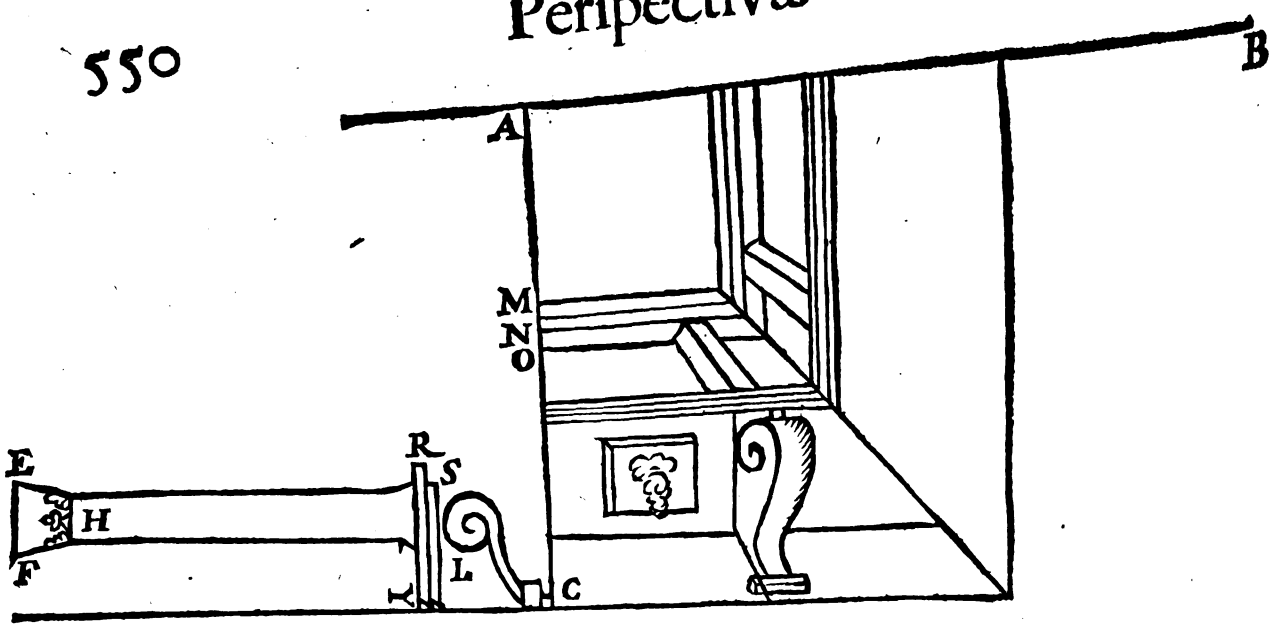
Problema.

Aperturam contignationis quadratam coronide, paraſtadibus, & mutulis ornare.



Quia difficile videtur tot ornamenta concinnè hujuſmodi aperturis addere, occaſione coronidis ſuperioris propoſitionis, venit mihi in mentem modus id facillimè exequendi. Habeatur igitur ſectio tam coronidis, paraſtadibus impoſitæ, quam baſis & mutulorum paraſtadibus ſuppoſitorum. Hujuſmodi ſectione habebimus omnes, lineæ terræ parallelas, quibus determinatur tam longitudo paraſtadum, quàm coronidum. In quo tamen notandum eſt, aliquas lineas nonnunquam interrumpi, unde ita duci debent, ut deleri poſſint. Sit igitur punctum principale A, punctum diſtantiæ

Digitized by Google



B, linea terræ DC, radius principalis A C, ſit ſectio tam coronidis impoſitæ paraſtadi E F, quàm paraſtadis G H, item alterius coronidis G K ſuppoſitæ paraſtadi,& mutuli L. Hæc ſectio imponatur lineæ terræ CD; tum ex ſingulis ejus angulis ducantur diagonales ad punctum diſtantiæ B, hæ interſecabunt radium principalem A C, in punctis M, N, O & cæteris. Per quæ ducentur lineæ parallelæ, quarum aliquæ interrumpuntur; nempe quæcumque habent aliquid ante ſe. Ut ſit diagonalis procedens ex puncto F; quæ ſit FOB,ſecans radium AC in punctо O, quia ante punctum F, invenitur paraſtas HG, linea parallela per O, ducta idemtidem interrumpi debet; pariter ſi paraſtadi capitellum imponatur, lineæ parallelæ capitellum componentes interrumpi debent. Pariter quæcumque lineæ partem L ſectionis repræſentant, interrumpi debent, quia idemtidem occurrit mutulus. Idem dico de lineis formantibus mutulum,quæ interrumpi debent.Nihil aliud circa hanc praxin notandum occurrit, niſi quod mutulus ut appoſitè deſcribatur, debeat lineis rectis includi.

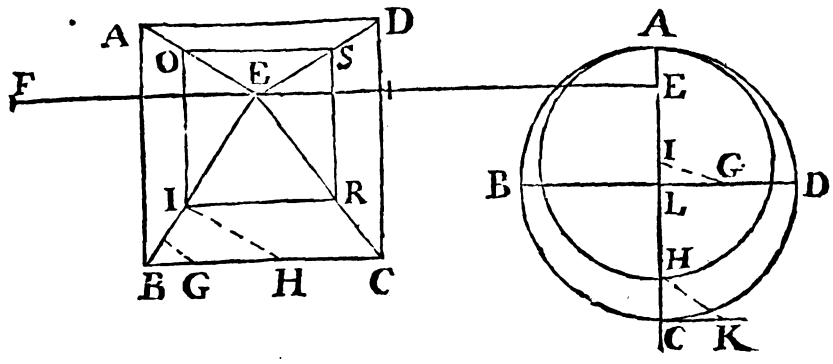
Demonſtratio. Si radius A C intelligatur in ſuo ſitu naturali, & linea AB deſcendere, ſeu eſſe verticalis cum ſit æqualis diſtantiæ punctum B erit oculus, & paraſtas H G, & reliqua quæ illi adjuncta ſunt, erunt verticalia, hoc eſt ſuum ſitum naturalem obtinebunt. Clariſſimum autem eſt, veram apparentiam alicujus objecti,eſſe communem ſectionem radiorum ab *ipſo* ad oculum prodeuntium cum tabella. Igitur habetur in radio AC,apparentia ſingulorum angulorum paraſtadis, coronidis, & mutuli; & cum certum ſit totam apparentiam coronidis, quadratam eſſe, perfecto quadrato, habebitur tota apparentia. Pariter cum extremitates paraſtadum ſint etiam diſpoſitæ in quadratum perfectis quadratis habebuntur omnes apparentiæ.

Quæ demonſtratio eadem eſt cum ea, qua (25. *propoſ. l.3. hujus*) corporis ſolidi apparentiam, ſine ulla Ichnographia delineavimus.Sed loquendo ſincerè, perinde eſt ſive ſupponatur corporis Ichnographia, ſive Orthographia.

PROPOSITIO V.

Problema.

Speculam ſeu aperturam in contignatione quadratam, polygonam, aut circularem delineare, cum punctum principale non eſt ejus centrum.



Sit ABCD, apertura quadrata contignationis, ſeu apparentia ejus, ſitque E punctum principale E F linea quaſi horizontalis, punctum F punctum diſtantiæ,BC ſit linea terræ: in qua ut priùs B G ſit craſſities contignationis, GH longitudo paraſtadis, ductis ex punctis G & H, diagonalibus GF, HF, ſecantibus radium EB, in puncto I: per punctum I ducatur linea O I, parallela lineæ A B, perficiaturque quadratum, dico lineas O I, O S, & cæteras determinare altitudinem paraſtadum æqualium.

Demonſtratio. Certum eſt, ſi ſupponitur quadratum

Digitized by Google

dratum paraſtadibus ſuppoſitum, & aliud iiſdem ſuperpoſitum; utrumque autem horizontale eſt: ergo habet apparentiam quadratam, nam lineæ,& figuræ in planis tabellæ parallelis deſcriptæ, habent apparentias ſimiles. Item cum quadrata ſupponantur æqualia, & ſibi invicem reſpondentia, eorum anguli erunt in iiſdem lineis verticalibus, atque adeo rectis ad tabellam horizontalem: ſed tales lineæ conveniunt in puncto principali: igitur anguli quadrati remotioris,erunt in lineis AE, DE & cæteris; quare quadratum I S eſt apparentia ſecundi quadrati objectivi, diſtantis à primo, intervallo BI, ſeu BH, illi perſpectivè æquali.

Eadem demonſtratio valet pro omnibus polygonis, quare eadem praxi utendum eſt.

Sit item apertura circularis A B C D delineanda, & ornanda ſicut priùs, ſitque punctum principale E, extra centrum ipſius, & punctum diſtantiæ F; tota difficultas eſt in formando ſecundo circulo, priori parallelo, immo & realiter æquali; quamvis apparentia ſit minor. Sit ergo deſcribendus ſecundus circulus diſtans à priori intervallo CK; ducatur diagonalis K H F, ſecans radium principalem in puncto H, certum eſt circuli deſcribendi circumferentiam tranſire per H. Sit centrum primi circuli,per quod tranſeat linea BD, ducaturque L E ad punctum principale, ſitque LG, æqualis lineæ CK, ducatur diagonalis G I F. Dico punctum I, eſſe centrum apparentiæ ſecundi circuli, quæ apparentia eſt circularis, & tranſit per punctum H.

Demonſtratio. Poſito quod CK, ſit linea terræ; CH illi perſpectivè æqualis eſt (*per* 12. 1. *hujus*) Factâ autem linea BD,linea terræ,quod etiam fieri poteſt, ſicut enim in puncto C, incipit linea perpendicularis tabellæ eam attingens in C, ita & alia in C cogitari poteſt, in qua ſit centum:ſecundi circuli, factâ inquam B D lineâ terræ, L I erit æqualis perſpectivè lineæ LG, ſeu CK. Ergo in I, erit centrum ſecundi circuli; & ita de aliis.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

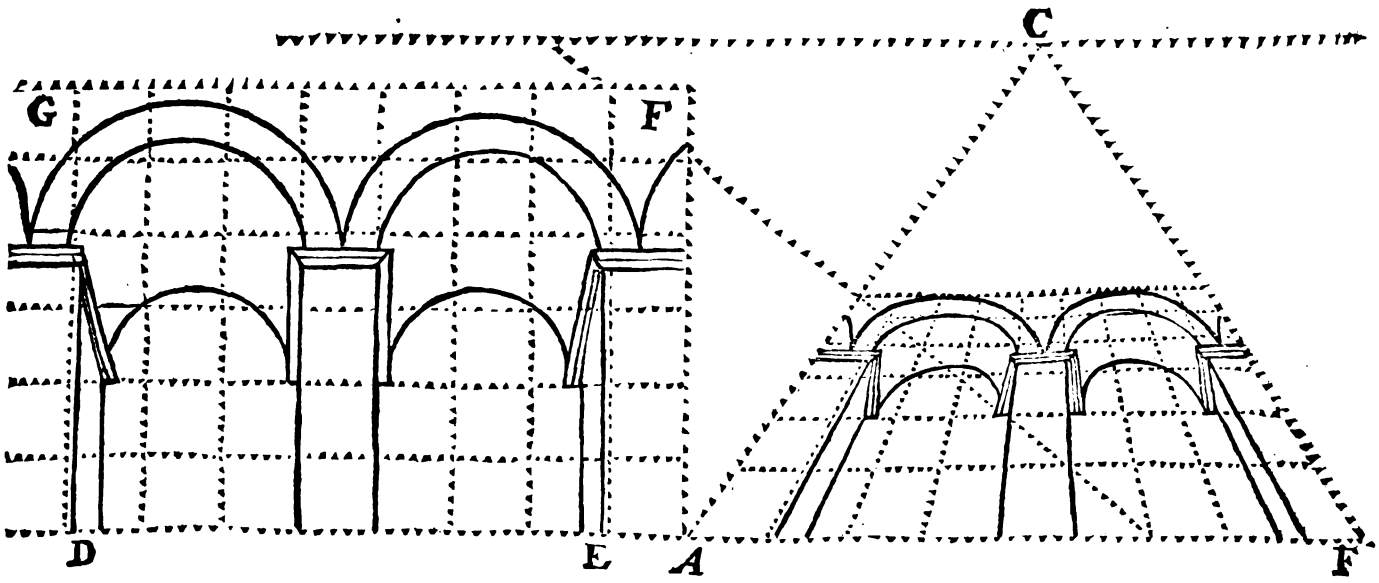
Principium univerſale ad delineandas quaſcumque apparentias in contignationibus.

Nonnulli ad nauſeam exempla hic multiplicant, quæ utplurimum cum nihil novi afferant, repetitioneſque eorumdem præceptorum tantum contineant, lubens prætermitto; ut præceptum aliquod univerſale tradam, nempe quæcumque in contignationibus erecta apparere debent, pingantur eodem prorſus modo, ac in perſpectivis verticalibus perpendicularia ad tabellam delineantur. Ut ſi ordo columnarum exprimendus ſit,pingantur ſingulæ columnæ, ut rectæ ad tabellam, ſeu quaſi tenderent ad punctum principale. Unde homines erecti exhibebuntur, qui in tabella verticali, ut jacentes exprimuntur, quare eædem prorſus regulæ adhibendæ ſunt. Hoc principium qui benè intelliget, non majorem circa contignationes, quam circa verticales tabellas experietur difficultatem.

PROPOSITIO VII.

Problema.

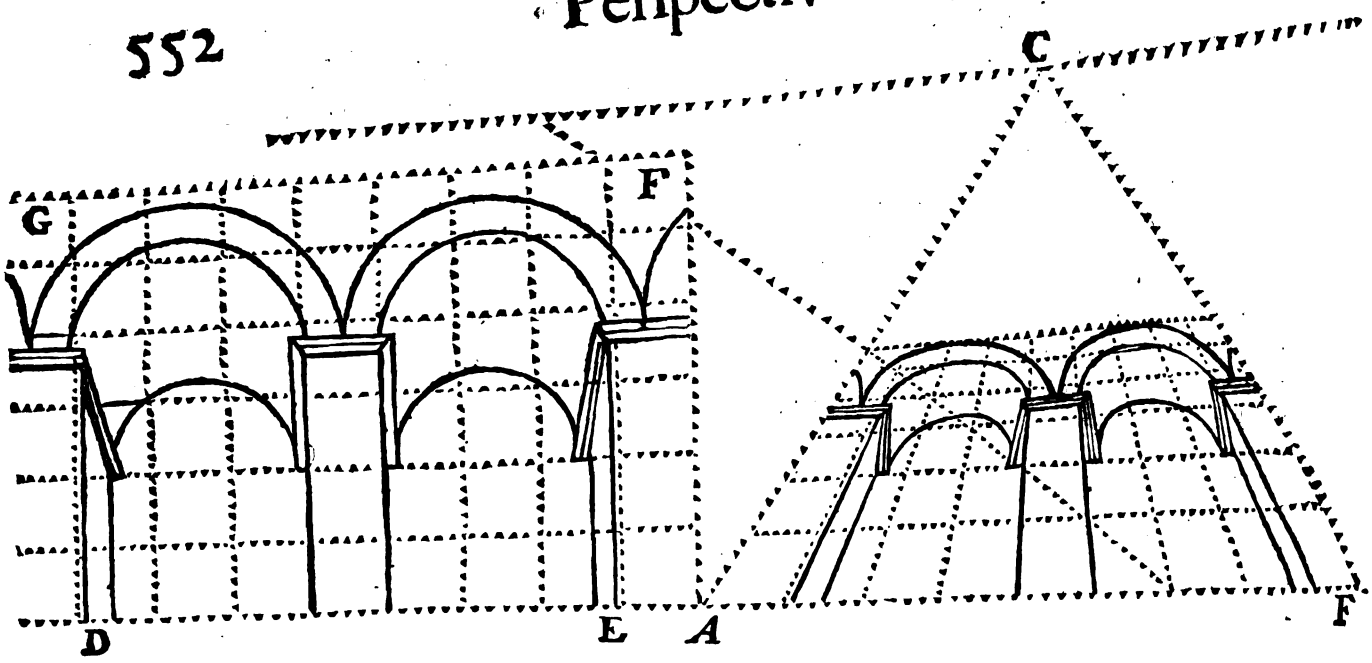
Omnem picturam verticalem in horizontalem mutare.



Quia regulæ ſupra traditæ objectis ex lineis rectis, utplurimum conſtantibus adhibere poſſunt, ut ſunt omnia ædificia, iis autem, quæ variè inflectuntur non ita facilè applicantur; debuimus hanc methodum univerſalem tradere, ut qui objectum quodcumque in verticali tabella delineaverit, nullo negotio in laqueatis contignationibus, immò & in irregularibus planis idem præſtare poſſit.

Sit ergo pictura integra in tabella verticali delineata, ita tamen, ut in loco ſuperiori benè appendi poſſit, quod ita intelligo. Quælibet tabella verticalis, etiam quodcumque objectum repræſentans, apta non eſt ut in omni loco collocetur, neque ut ex omni loco ſpectetur. Nam aliquæ tabellæ, ita ſunt elaboratæ, ut punctum principale habeant infra ſe, aliæ vero ſupra, & non tantum quæ ædificia exhibent, ſed etiam quæ alia objecta repræſentant;

Digitized by Google



repræſentant ; quod ut in figura humana clariſſimè eluceſcat. Si hominis imago debeat ſtatui in loco ſuperiori : inferiores membrorum partes verbi gratia menti, naſi, plantarum & aliæ hujuſmodi apparere debent,non autem ſuperiores, quare ſi habeatur tabella verticalis, ita illam mutabis in horizontalem. Sint verbi gratia duo arcuati fornices, delineati D E F G, pro tabellâ verticali, collocanda, in loco ſuperiori. Hoc eſt cujus punctum principale ſit valde depreſſum, dividatur tabella per lineas occultas, in quadrata quotcumque Geometrica. Tum in contignatione, ductâ lineâ terræ A B ductiſque diagonalibus, fiat ſecundum praxes (*libro ſecundo hujus*) traditas, pavimentum quadratorum directorum, in cujus ſingula quadrata perſpectiva transferantur, quæcumque in correſpondentibus quadratis Geometricis reperiuntur, & abſolutum erit opus.

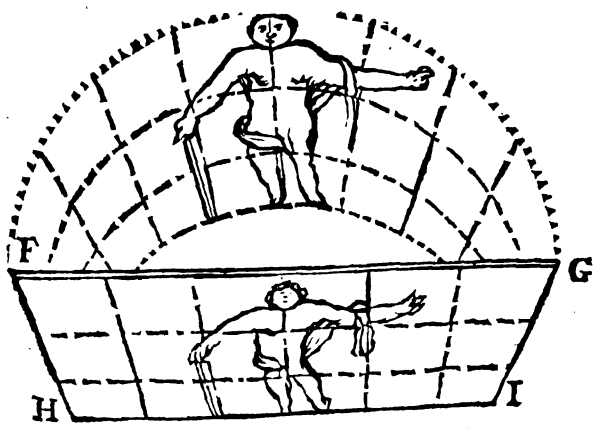
Demonſtratio. Si tabella verticalis, ſupra contignationem, in ſitu proprio ſeu verticali conſtituatur,objecta in eâ delineata debito modo exhibebit, & conformem objecto imaginem in oculo repræſentabit, cum ex arte, ſit compoſita, & ſecundùm regulas libro ſecundo traditas. Sed eandem imaginem efformat, imago horizontalis formata eo modo, quo diximus, cum enim quadrata deformata in tabella horizontali, ſeu contignatione delineata, eandem imaginem in oculo producant, quam quadrata Geometrica verticaliter diſpoſita, reliqua objecta in ſingulis quadratis deformatis delineata eandem etiam imaginem efficient, quam producunt objecta in quadratis Geometricis depicta.

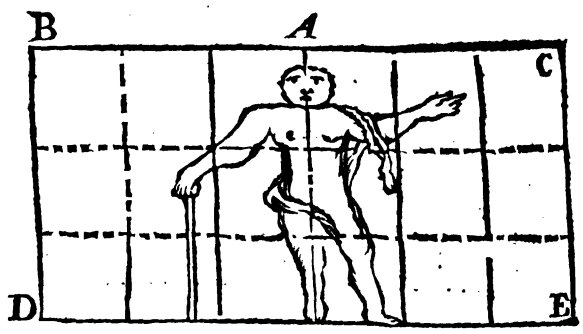
Atque hoc modo omnem poteris abſolvere picturam in contignationibus, modò tamen eadem objecta habeas delineata in tabella verticali.

PROPOSITIO VIII.

Problema.

De Fornicibus & planis irregularibus.





Sæpe accidit ut tabella plana non ſit, ſed conſtet ſuperficie circulari, Ellyptica, aut alia quavis, immo ſæpe conſtet ex pluribus ſuperficiebus planis, aut curvis, ita tamen irregularibus, ut operoſum ſit, & ſæpe impoſſibile punctum principale, lineam horizontalem, puncta diſtantiæ aſſignare, unde ad praxin univerſaliſſimam recurrendum eſt.

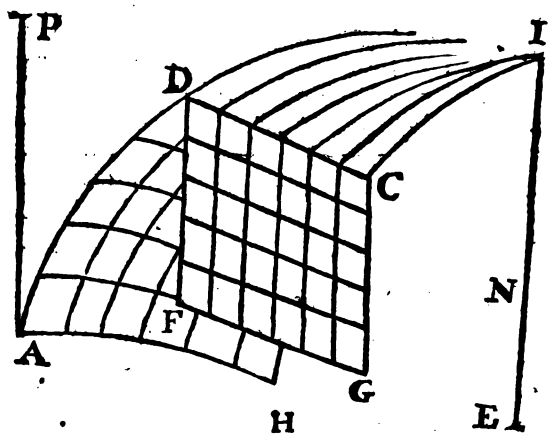
Primò ergo vel ſuperficies quæ vicem habet tabellæ, hoc eſt in qua pingendum eſt, multùm habet de verticali, vel multùm habet de horizontali, hoc eſt vel ita objicitur oculo, ut interjiciendo planum verticale, commodiſſimè occultari ab eo tota poſſit ; vel ita ab oculo reſpicitur, ut non niſi à plano horizontali occultari poſſit. Si hoc ultimum ; primò habeatur, pictura aliqua in tabella ſeparata, ſive ejuſdem magnitudinis, cum fornice verbi gratiâ, ſive inæqualis, quæ ſit delineata

Digitized by Google

neata pro plano horizontali, nempe pro contignatione plana, ſive (*per praxin ſuperioris propoſitionis*) ſive quovis alio modo, ſitque hæc rectangulnm BE, dividatur imago in quotcumque quadrata Geometrica æqualia, tum fornix in totidem quadrata dividenda eſt, quæ quidem quadrata deformata erunt, & irregularia. Facilè tamen ope filorum id exequeris. Si enim fila extendas verbi gratia ex H in I, ex F in G, ſi reſpicias ex loco determinato, quam partem fornicis ſingula fila occultent, quod facilè habere poteris, vel ipſo oculo, vel de nocte, adhibendo facem in loco oculi ſpectantis: habebis quadrilatera deformata, eandem in oculo imaginem producentia, quam quadrata horizontaliter diſpoſita.

Tum objecta in ſingulis quadratis horizontalibus depicta, transferes in quadrilatera reſpondentia & habebitur totum opus abſolutum.

Si verò facilius ſit, totam ſuperficiem irregularem, in qua delineare aliquid volumus, tegi, plano verticali. Prius haberi debet tabella verticalis, in quâ, per regulas ſupra traditas delineabis ea quæ in ſuperficie irregulari pingenda ſunt; ut ſit fornicis portio A B C D, ſpectata ab oculo E, ita ut tegi poſſit plano verticali C D F G, cujus punctum principale ſit punctum H. Delineentur



igitur in plano verticali CDFG, quæcúmque volueris objecta, ita tamen ut punctum principale ſit in H. Idem præſtare poteris in alia minori tabella; modò punctum principale ſit infra illam, in æquali proportionaliter diſtantia. Tabellam ita depictam divide ut priùs in quadrata, tum ab oculo E ad ſuperiorem fornicis partem, ducatur linea verticalis EI, & habebitur punctum I, quod uſui erit ad dividendam portionem A B C D, in quadrilatera reſpondentia quadratis tabellæ C D F G. Quod ut melius intelligatur, concipe in puncto E collocatam eſſe facem accenſam, & tabellam CDFG, ita eſſe vacuam, ut ſolæ reſtent lineæ, quæ ſunt latera quadratulorum; hoc eſt pro lineis extenſa ſint fila, quorum umbræ cadant in fornicem, & forment quadrilatera irregularia, eandem viſionem in oculo efficientia, quam quadrata tabellæ CDFG, ut ſatis per ſe patet. Reſtat igitur dividēdus fornix in ea quadrilatera Certum eſt autem cum lineæ FD, GC, ſupponantur verticales, ſeu ad horizontem rectæ, omnia plana per ipſas ducta (*per* 18.11.) eſſe ad horizontem recta, ſeu verticalia, quare ſi per quamlibet illarum linearum, & per oculum E, intelligatur duci planum aliquod; illud neceſſariò erit planum verticale, in quo plano invenietur umbra, ejuſdem lineæ, ſed omnia plana verticalia, quæ tranſeunt per oculum E, habent communem ſectionem lineam E I: igitur omnes umbræ linearum DF, FG, & aliarum ipſis parallelarum, conveniunt in puncto I. Non eſt autem difficile datis tribus punctis ejuſdem plani, illud producere quantùm libuerit communi methodo in Gnomonicis tradenda. Sit enim producendum planum E DI, extendatur filum E D, tum ex puncto I, aliud filum producatur, quod prius filum radat, in quocumque puncto; & ſic productum dabit in fornice punctum pertinens ad tale planum. Hâc methodo habebis lineas aſcendentes, ſeu verticales.

Ut habeantur umbræ linearum tranſverſalium, linea AP, quæ poſt fornicem intelligitur dividenda eſt in partes æquales, vel linea FD, poterit autem appendi filum in puncto D, diviſum per nodos, atque ita habebis quadrilatera, reſpondentia quadratis tui prototypi.

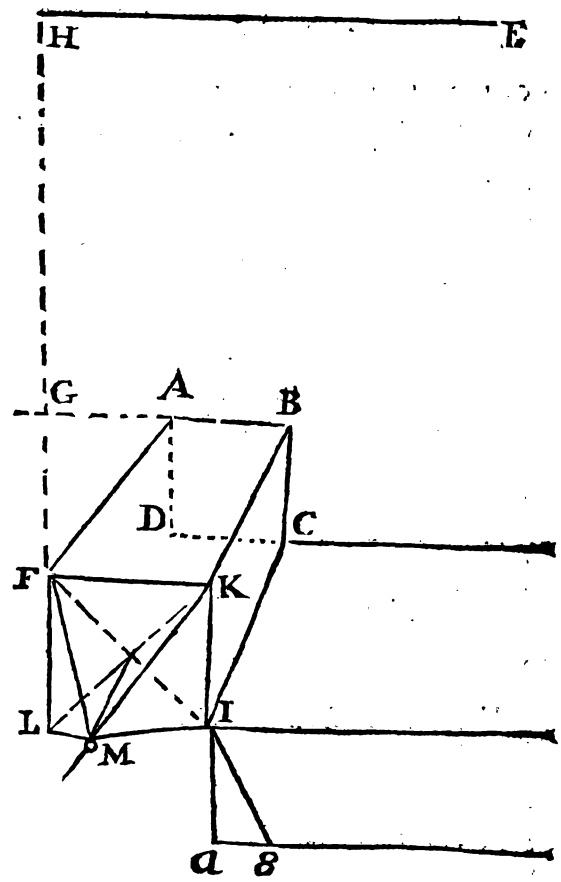
Demonſtratio. Singula quadrilatera ſunt umbræ quadratorum ſibi correſpondentium, igitur appellent ad oculum E, per eaſdem lineas per quas quadrata prototypi ad eundem oculum E perveniunt; ergo objecta in illis quadrilateris depicta, eandem in oculo viſionem efficient, quam producerent eadem objecta in prototypi quadratis depicta.

Simili methodo utemur, quoties aliquid delineandum erit in pariete, etiam verticali, ſed ita obliquè ſpectato, ut punctum prineipale in eo inveniri non poſſit.

PROPOSITIO IX.

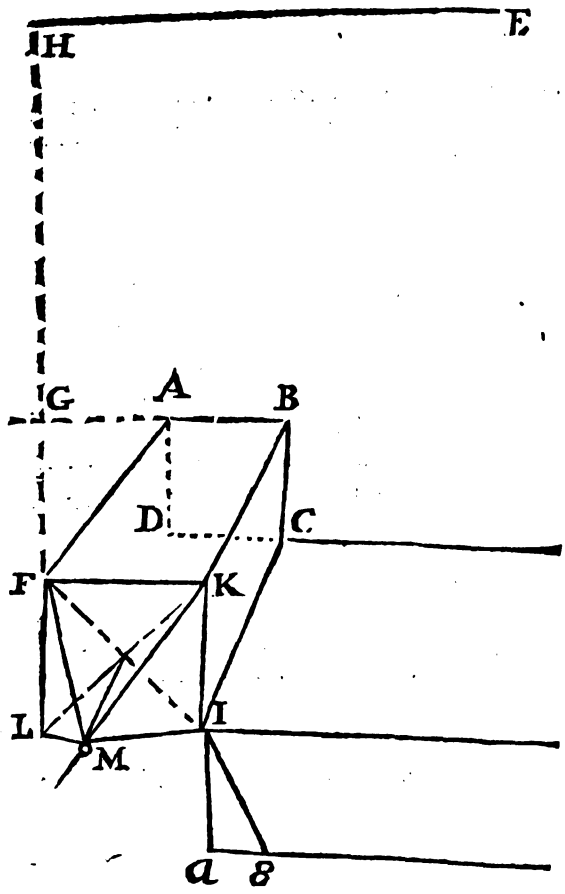
Theorema.

De Perſpectivis, in planis horizontalibus ſuperiori loco ſpectatis.



Quamvis iſtud perſpectivarum genus uſitatum non ſit, eò quòd in horizontalibus planis communiter ambulemus, non tamen huic noſtro ope-

ri deeſſe debet, dico igitur eandem prorſus methodum adhibendam eſſe, quâ uſi ſumus in contignationibus, niſi quod formata Ichnographiâ, quæ coincidit cum Geometricâ, lineæ verticales debeant non tendere ad punctum principale, ſed ab eo duci, & ut ita dicam recedere. Eorum autem diviſio eodem modo inſtituitur, quo in communibus perſpectivis, diviſio linearum ad punctum principale tendentium. Sit Ichnographia



ſeu baſis alicujus turris quadratum A B C D, ſitque punctum principale E, à quo ſi per ſingulos quadrati angulos ducantur lineæ, illæ erunt verticalium apparentiæ; dividenda ſit linea AF, ducatur quæcúmque linea AG, ejuſdem longitudinis cum illa linea cujus AF eſt apparentia. Huic lineæ AG, ſit parallela EH habeátque vicem horizontalis lineæ, ſitque punctum H punctum diſtantiæ, ducatur linea HGF, linea AF erit apparentia lineæ æqualis ipſi AG.

Demonſtratio jam ſuperioribus libris tradita eſt, & linea AG ſimul objectiva & perſpectiva, utpote ducta in horizontali plano, & ſupponens ſeu repræſentans lineam ductam in eodem plano. Si imponendum eſſet turri tectum, duci deberent diagonales FI, KL ſe interſecantes in puncto O, tum ex puncto principali E ducenda linea OM cujus longitudo determinetur methodo traditâ, ſi ex ſingulis angulis jungantur lineæ FM, KM, IM, & aliæ, abſolutum erit opus.

Hoc genus perſpectivæ mihi aptiſſimum videtur, ut in charta repræſentemus, aliqua, demuſque aliquam ideam earum rerum quas perficere volumus, ita repræſentabimus ædificium integrum, ſervatâ nempe, eâdem ichnographia geometrica, ut in figura ſatis apparet.

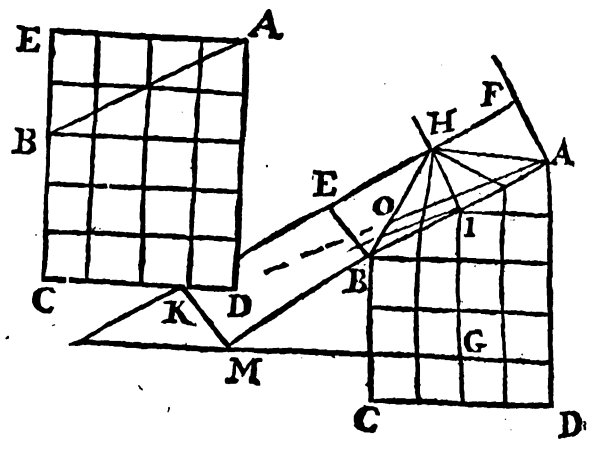
Hic etiam modus ſatis bonus eſt ut arces integræ cum ſuis propugnaculis, foſſis, aggeribus, & reliquis partibus exhibeantur, propter eandem rationem, nempe quia tota manet ichnographia geometrica, meliuſque totus ordo partium perſeverat integer.

PROPOSITIO X.

Problema.

De correctione ædium.

Sæpè accidit in ædibus aliquid exorbitare, nempè aulam, cubiculum, porticum, quatuor non habere angulos rectos; ſed unum acutum, alium vero obtuſum. Quoties autem id accidit, volumuſque ope perſpectivæ huic malo remedium adhibere, debet produci contignatio & pavimentum, hoc eſt in muro delineari pavimentum, donec videatur ad angulum rectum pervenire. Idem dicendum eſt de laqueatibus; ſit ergo ABCD aula, quam volumus ex loco determinato apparere in-

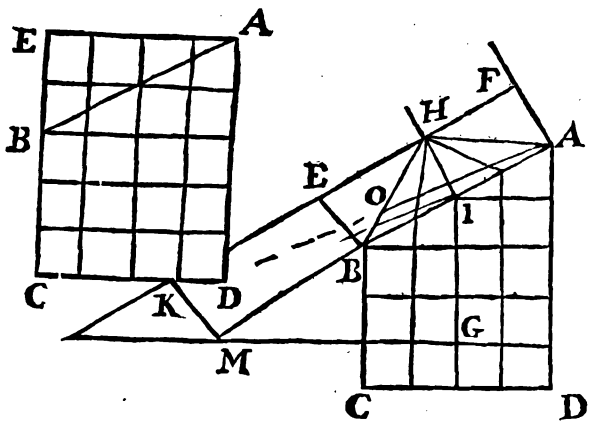


tegram, nempè in muro AB delineanda eſt apparentia trianguli ABE horizontalis, quod requiritur ad perfectionem pavimenti, ut nempe quatuor angulos rectos contineat; triangulum autem A B E duo genera linearum continet. quibus in quadrata dividitur, ſicut pavimentum AC. Conſtat enim tum parallelis lineæ A D, tum parallelis lineæ C D, quare ſi inveniantur apparentiæ utrarumque perfectum erit opus. Certum eſt autem, cum iſtæ lineæ objectivæ ſint parallelæ inter ſe, & obliquè cadant in lineam terræ *AB*, (murus enim in tali caſu tabella eſt) concurrent in iiſdem punctis lineæ horizontalis. Ponatur ſupra lineam AB, murus AE erectus perpendiculariter, debeat autem videri aula A B C D perfecta ex loco G; neque enim perfecta apparere poteſt ex omni loco, ſit altitudo hominis æqualis, lineæ H I, per punctum H, ducatur linea horizontalis, ex puncto G ducatur G I, parallela lineæ AD, & GM parallela lineæ C D attingentes murum productum in punctis M & I, per quæ in muro excitentur perpendiculares MK, I H, dico in punctum H concurrere omnes apparentias linearum parallelarum lineæ AD; & in punctum K concurrere omnes apparentias linearum parallelarum lineæ C D, atque hoc modo perficietur apparentia pavimenti quod deeſt, quæ apparentia tota continebitur triangulo ABO.

Demonſtratio. Cum oculus ſit in linea verticali, quæ inſiſtit puncto G, oculus erit in omnibus planis verticalibus per hanc lineam ductis, quare apparentia lineæ GI productæ non poteſt eſſe niſi in plano verticali cujus G I eſt ſectio cum horizonte. Sed ſectio communis plani verticalis & tabellæ,

Digitized by Google

bellæ, eſt linea verticalis H I, attingens horizontem in puncto H, & cum apparentiæ linea-



rum parallelarum lineæ GI, conveniant in eodem puncto horizontis (*per* 12.1.*hujus*) omnes convenire in puncto H neceſſe eſt.

COROLLARIUM.

Quia in punctum H concurrere debent omnes lineæ parallelæ lineæ A D, illud aſſumi poteſt quaſi pro puncto principali, quare ſi in parte ſuperiori muri continuanda eſſet contignatio, divisâ linea E F in partes æquales, ductiſque radiis ad punctum principale H, continuabuntur tigna laquearium, ducta autem linea K F, eorum longitudinem determinabit.

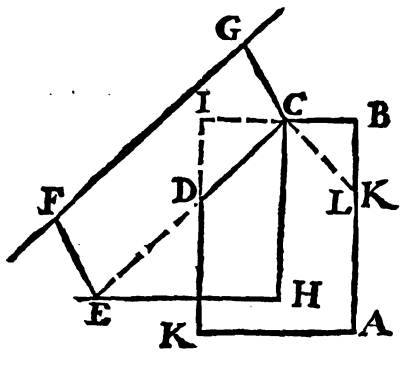
Aliæ praxes inveniri poſſunt, iſta tamen mihi univerſalis videtur.

PROPOSITIO XI.

Problema.

De correctione aulæ, quæ quinque habet latera.

Sit aulæ A B C D corrigendus defectus, ita ut ex puncto H debeat videri perfecta; delineanda



erit in muro apparentia trianguli horizontalis D C I, continuando ſcilicet pavimentum: quare ſi ex H lineis AB, AK ducas parallelas HC, HE, donec attingant lineam terræ in punctis E, & C per quæ ducas verticales C G, E F, uſque ad horizontalem G, F, puncta G, & F erunt ea in quibus concurrunt lineæ parallelæ, cætera eodem modo perficientur quo in ſuperiori propoſitione.

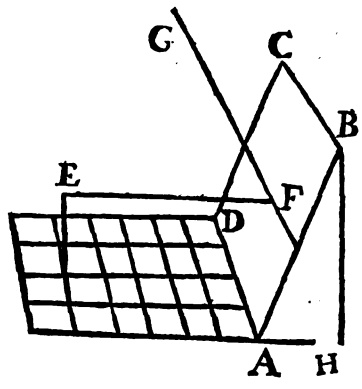
Si ſit aliud cubiculum ALCDK corrigendum, utendum erit duobus muris DC, LC, & reſpectu muri DC, puncta G, & F, erunt ea quibus utendum erit. Alia duo ſupra murum C L quærenda erunt. Notandum eſt, nempè quod cum ſæpè puncta quibus utendum eſt, non inveniantur in ipſis muris, ut verbi gratia punctum F, non invenitur in muro, niſi producatur, quare priùs operandum eſt in charta ſeparata, & cum minoribus menſuris, ut deinde apparentiæ pavimentorum, & contignationum transferantur in murum. Et hoc non tantum in hoc caſu, ſed in aliis multis.

PROPOSITIO XII.

Problema.

De Correctione adium in quibus invenitur murus ad horizontem inclinatus.

Hæc deformitas in ædibus mediocris non eſt. Illúdque ex ea neceſſariò ſequitur, vel planum pavimenti majus eſſe plano contignationis, vel minus eſſe; ſi enim murus inclinatus cum pavimento angulum obtuſum contineat, contignatio major erit pavimento, ſi è contra angulus quem murus cum pavimento comprehendit fuerit acutus; pavimentum contignatione majus erit. Correctio qnæ adhiberi poteſt, eſt ut in ipſo muro depingatur, pavimenti, aut contignationis pars illa, quæ deeſt ad æqualitatem. Quod ut exemplo aliquo manifeſtum fiat; ſit murus ABCD inclinatus, quia cum pavimento angulum obtuſum comprehendat; delineanda in eo eſt pars AH pavimenti, quæ ill



deeſt ad æqualitatem, quod ut faciamus, determinandus erit locus, è quo ſpectanda erit pictura. Sit ergo oculus in puncto E, intelligatur radius horizontalis E F, ita tamen ut angulus E F G ſit rectus, punctum F erit punctum quaſi principale, in quo nempe concurrent apparentiæ linearum parallelarum lineæ A H; ducatur linea quaſi horizontalis GF, æqualis lineæ E F, punctum G erit punctum diſtantiæ neceſſarium ad lineatum diviſionem. Quæ omnia facilè oſtenduntur ex iis quæ diximus de tabella inclinata.

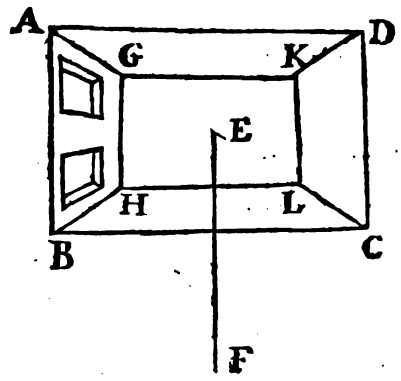
Digitized by Google

PROPOSITIO XIII.

Problema.

De Correctione contignationum nimis humilium.

Quotieſcúmque laquearia ſunt nimis humilia, volumúſque ut è certo, & determinato loco, ſublimiora appareant, in iis, alia contignatio ſublimior delineanda eſt, & murorum continuatio cum feneſtris aliquibus. Sit igitur ABCD, quæ



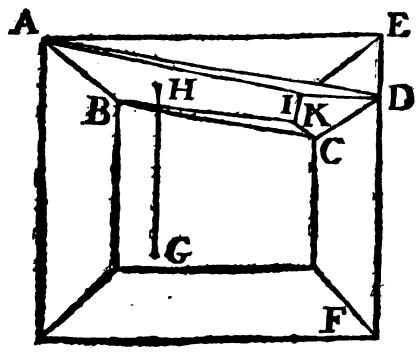
vicem habeat tabellæ, in qua delineanda eſt alia contignatio ſublimior, ſit punctum principale E, linea quæ vicem obeat horizontalis, ſit EF, parallela lineæ AB; punctum F, erit punctum diſtantiæ. Quare ductis radiis AGE, BHE & reliquis, ſi velimus ſecundam contignationem diſtare à prima quanta eſt linea AB, ducatur diagonalis AF, quæ exhibebit punctum H, ſicut praxes communes docent, quadrilaterum AH, repræſentat murum productum, in quo pingendæ ſunt feneſtræ, & ita de reliquis quadrilateris, in rectangulo GL finges trabes, & reliqua ad contignationem pertinentia, ut docuimus ſupra.

PROPOSITIO XIV.

Problema.

De Correctione contignationum inclinatarum.

Quando contignationes, ſunt inclinatæ, ſequitur murum unum eſſe alio altiorem, immò ſequi-



tur parietes laterales ſenſim deficere ab æqualitate, hoc eſt ſenſim decreſcere. Correctio quæ adhiberi poterit, eſt ut in contignatione inclinata delineentur partes illæ murorum, quæ neceſſariæ ſunt ad æqualitatem, ut ſi ſit A B C D contignatio inclinata; ſitque DE, id quod deeſt muro FD, ut adæquet murum ſibi oppoſitum. Sit punctum H, reſpondens perpendiculariter oculo reſpicientis; eritque HG diſtantia; ductis radiis DIH, CKH, fiat ut DI, ſit apparentia lineæ DE, erit quadrilaterum DK, apparentia illius partis quæ deeſt muro CF ad æqualitatem, cum muro oppoſito, & triangula DIA, CKB apparentiæ murorum lateralium, quæ omnia demonſtrata ſunt ſuis locis.

PROPOSITIO XV.

Problema.

Aulam & porticum majorem reddere.

Hæc correctio eſt ſatis facilis; ſi enim in aulæ alicujus muro, parietum lateralium continuatio depingatur, major apparebit aula, quam re vera ſit, idem dicendum de porticu. Debent autem eſſe aliqua notabilia, ut benè ſuccedat negotium, ut columnarum ordo, aut feneſtrarum, & alia hujuſmodi. Unum tamen monebo, nempè ut quæ magis diſtare ſupponuntur, coloribus dilucidioribus exhibeantur. Quæ enim coloribus vividis fulgent incurrunt, & involant ut ita dicam in oculum. Vidi ego porticum continuatam, quæ haud dubiè ex arte fuerat delineata; quia tamen, in extremo ara depicta erat paulò perfectius, neſcio quid oculus deſiderabat, nempè ut dum porticus ſenſim ab oculo recedere videbatur, extremitas tamen propter vivaciores colores, ad oculum accedere videbatur. Propter quam rationem, regiones hyberno tempore, quo nivibus teguntur anguſtiores videntur, ita cubicula tabellis ornata, aut dealbata minora apparent.

Aliæ correctiones ex dictis facilè intelliguntur, ut cum deeſt feneſtra aut janua; in pariete delineanda eſt eodem prorſus modo quo in tabella delinearetur. Unum tamen moneo, difficillimum eſſe immò ferè impoſſibile, lumen per feneſtras ingrediens repræſentare, quare potius feneſtræ clauſæ, quàm apertæ depingantur.

PROPOSITIO XVI.

Problema.

Ædificium integrum ita delineare, ut omnes ejus partes etiam interiores appareant.

Hæc praxis commodiſſima eſſe poteſt, ut ædificii integri idea, oculis exhibeatur. Primò ergo Ichnographia totius ædificii, perſpectivè delineetur, per ſecundum librum. In charta deinde ſeparata eleventur muri uſque ad primam contignationem. Hæc charta ſeparata ita Ichnographiæ agglutinetur, ut attolli poſſit, atque adeo tota Ichnographia cum libuerit videri poſſit. Huic ſecundæ chartæ addi poteſt tertia, in qua erit Ichnographia ſecundi tabulati, tum quarta ſuperaddetur, in qua muri feneſtræ, & portæ apparebunt, quæ ad ſecundum ordinem pertinent. Addetur & quinta quæ tectum continebit, ita autem aptentur iſtæ chartæ ſeparatæ, ut ſuperiori tantum

Digitized by Google

tantum parte agglutinentur, inferiori verò ita attolli possint & elevari, ut pars quæ Ichnographiam repræsentat, à superiori tecta, detegatur. Hoc est prima charta contineat Ichnographiam fundamenti, secunda tegat hanc primam, ita tamen ut elevata permittat eam videri. Secunda charta exhibeat muros interiores & exteriores, & præterea quasi Ichnographiam secundi tabulati, quam Ichnographiam secundam, tegat, tertia charta, & ita deinceps.

PERSPECTIVÆ

LIBER SEXTVS.

De Compositione plurium tabellarum separatarum, de reflexione, de umbris, & de parallelogrammo delineatorio.

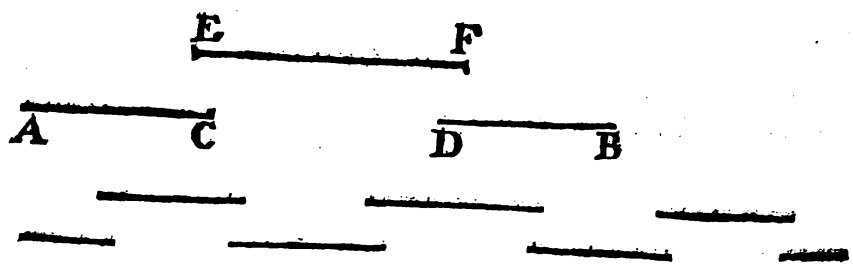
VOCO tabellas separatas illud genus picturæ, quod ex pluribus tabellis, non continuis coalescit; mirum enim quantum ad fallendum valeat lumen inter tabellas affulgens, ut ea quæ in plana superficie sunt delineata, extare videantur. Primò ergo sub hoc genere continentur illæ picturæ, quarum extremitates præcisæ sunt, ita nonnunquam in lignea tabella, hominis imaginem depingimus, idque quod superfluum est detrahimus, ita supellectilem in ligno, & tabula, delineamus, ut mensam, abacum, pixides cæteráque hujusmodi præcisáque circum circa tabula, in variis locis collocamus, mirum autem quantum decipiant: modus quo delineari debent communis est, & ex superiori doctrinâ derivatus.

Secunda species eas habet tabellas, quæ continuæ non sunt; sed in medio apertæ, ut ad alias ulteriores prospectus pateat. De quibus hic præcipuè mihi agendum est, tales esse possunt Theatrales scenæ, quæ materia cum utilis esse possit, mihi aliquibus propositionibus determinanda est.

PROPOSITIO I.

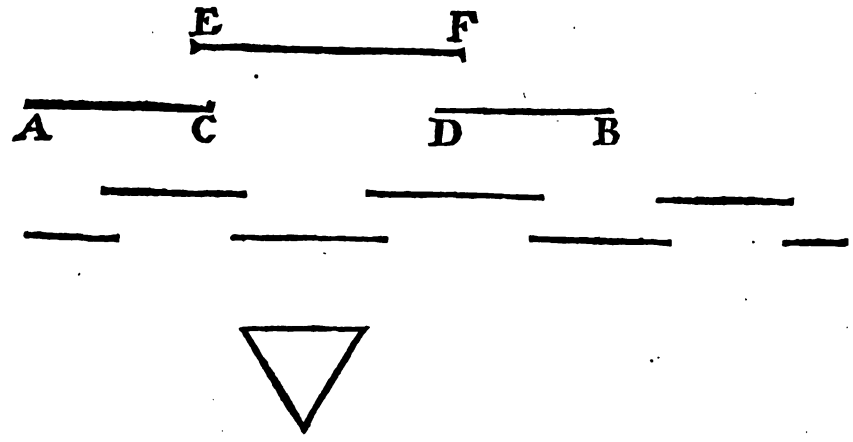
Problema.

Scenarum dispositio.



DUm scena disponenda, & adornanda proponitur, materia adhibendæ Tragœdiæ, comœdiæ, aut dramatis considerandæ est; aut potiùs locus actionis repræsentandæ, ut nempe in tabellis ea delineentur, quæ sint apposita, & talem locum indicent. Nam aliquibus actionibus palatia accommodanda sunt, aliis horti & nemora.

Sit ergo locus A B, adornandus: Primò quidem duæ tabellæ anteriores sint A C, B D, relicto spatio D C vacuo, ut ulterior tabella E F, duobus aut tribus remota pedibus videri possit. In tabellis A C, B D delineari poterunt ædificia, in tabella E F alia item, sed leviori penicillo. In quo notandum est tabellam E F, longiorem esse, intervallo B C, ut etiam obliquè intuentes vacuitatem non animadvertant. Poterunt autem A C, B D, vel



continere ædificia ſeparata, vel exhibere columnas, & in intervallo C D, arcum aliquem, ita ut trans arcûs vacuitatem videatur palatium integrum in tabella EF delineatum. Id etiam commodi habet iſtud picturæ genus, quod tabella E F, benè illuminari poſſit, nec tamen videantur lumina, utpote tabellis A C, B D, ſufficienter tecta.

Multis aliis modis diſponi poſſunt tabellæ, ut ſi anteriores tabellæ, tres arcus efforment, duos ad latera minores, unum in medio majorem, quod in figura ſatis expreſſum eſt. In quibus omnibus non apparet difficultas. Ut autem ſcenam ædibus adornatam deſcripſimus, ita hortis & nemoribus conſtantem exhibere poterimus: ut ſi trans apertam porticum, tabella in qua horti depicti ſint videatur, aut trans arcus ex arboribus, ſive fictis, ſive realibus efformatos, horti ſpectentur. Ex rupibus item & nemoribus id præſtare poterimus, in quo nihil mihi in mentem venit, quod notatu dignum ſit; niſi quòd priores tabellæ colores magis ſaturos habeant, & opera magis elaborata, & perfectiora, cum umbris ſuis, aliæ multæ diſpoſitiones excogitari poſſunt quas hic non recenſeo.

PROPOSITIO II.

Theorema.

De Puncto principali tabellarum ſeparatarum.

Quia tabellæ iſtæ ſejunctæ, videntur totidem opera ſeparata, poſſet quis jure ambigere, an liberum ſit unicuique ſuum aſſignare punctum principale, ſua item peculiaria puncta diſtantiæ. Cui difficultati reſpondeo. Cum iſtæ omnes tabellæ non ſint ita diſparatæ, ut non unum totum efficiant, atque adeò ſimul omnes videri debeant, unicus eſt aſſignandus locus, è quo ſpectentur, atque adeò omnes tabellæ, quæ in eadem erunt ſuperficie plana idem habebunt punctum principale, & eadem puncta diſtantiæ, quæ verò non in eadem erunt ſuperficie plana (nam remotiores tabellæ ſunt in alio plano, ac viciniores) idem non habent punctum principale; ſed tantum in eadem linea recta poſitum, cum puncto principali anteriorum tabellarum. Suppono enim tabellas inter ſe eſſe parallelas, atque ad lineam, quæ ab oculo in planum anteriorum tabellarum perpendiculariter incidit, perpendiculariter etiam incidere in planum remotiorum tabellarum. Si enim tabellæ non eſſent inter ſe parallelæ, aliter diſponendum eſſet punctum principale, cum ex defin. punctum principale ſit illud in quod cadit perpendicularis, ab oculo in tabellam ducta.

Ex quo ſequitur quod dum fiunt perſpectivæ ſupra altaria, ut dum loco tabellæ ordinariæ, ſubſtituuntur tabellæ ſejunctæ, quod tunc punctum principale, debeat eſſe infra tabellas.

Quod ſpectat ad puncta diſtantiæ, certum eſt quod in tabellis remotioribus puncta diſtantiæ debeant eſſe remotiora à puncto principali, quando tamen poſteriores tabellæ, ab anterioribus non diſtant, niſi uno aut altero pede, hæc differentia nihili facienda eſt.

Notandum item eſt radios in unaquáque tabella ducendos eſſe ad punctum principale ejuſdem tabellæ, hoc eſt ad punctum principale exiſtens in eodem cum ipſa plano.

PROPOSITIO III.

Problema.

De Scenarum mutatione.

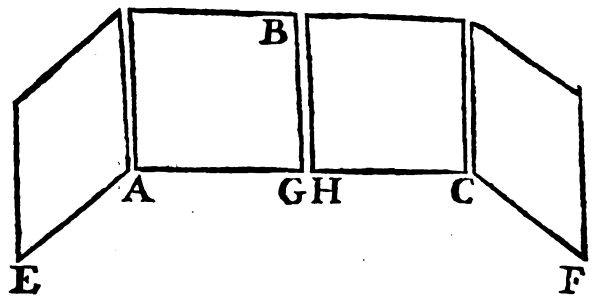
Varii modi excogitari poſſunt, quibus ſcenarum mutationes fiant, primus erit per priſmata triangularia. Si enim ſit priſma cujus baſis triangularis, ſuſtentatum cardine volubili in baſis centro, ſi ſuper unoquoque parallelogrammo depingatur aliquid, poterit nullo negotio volvi totum priſma; & modò una facies modò altera ſpectari. Adhibetur autem potiùs triangulare priſma, quàm quadrangulare, aut plurium laterum, quia ſi in quadrangularibus vix fieri poteſt, ut una tantùm facies ſpectetur, quod in triangularibus facillimum.

Non ſum tamen author, ut tabellæ majores, ex pluribus faciebus triangularium priſmatum coaleſcant, vix enim ita benè convenire poſſunt, ut ſciſſura non appareat, niſi forſitan plura ædificia exhibenda ſint, in quibus interruptio modica nihil poteſt officere, immò verò prodeſſe.

2. Modus adhibebitur, quoties ſpatium modicum erit, nec ſufficiens ut triangularium priſmatum motum contineat: tunc enim picturæ in tela depictæ cancellis aptantur; cancelli autem, præcipuè vero ii qui in Scenarum medio diſponuntur, inter duas ligneas regulas ita coarctantur, ut fluere poſſint, unáque pars ad lævam, altera ad ſiniſtram extrahi.

Alias

Digitized by Google



Aliàs duo cancelli AB,CB, ita aptantur in medio, ut cardinibus A & C innitantur, ut cum opus fuerit punctum G aperiatur in E, & H in F, & ita de reliquis, & hoc modo sæpè sexties, & octies scena mutabitur.

Possunt & alii innumeri modi excogitari, quos omnes recensere longum esset; præcipuos artigisse sufficiat, ut ex iis ad reliquos viam aperiamus.

PROPOSITIO IV.

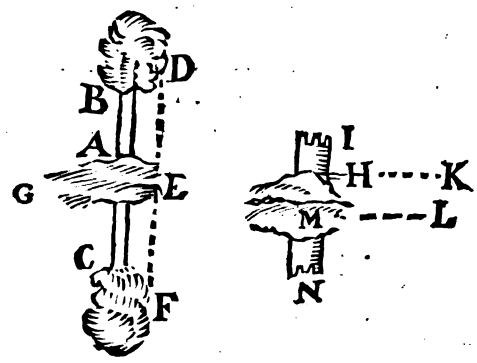
Theorema.

De Reflexione.

Nolo in hac propositione, ea repetere quæ ad reflexionem pertinent, de illa enim tractatum integrum composuimus, sed tantum ea delibare quæ ad hanc materiam pertinent, nempe ut reflexiones in tabellis exhibeantur. Et primò quidem ut probabimus suo loco, objecti cujuscúmque apparentia reflexa in catheto incidentiæ reperitur, hoc est tantum objectum apparet immergi intra profunditatem speculi plani, quantum distat ab ejus superficie.

Quia autem reflexiones, de quibus hic præcipuè agimus, sunt illæ tantùm; quæ fiunt in superficie fluminum, lacuum, & stagnorum, ideo de illis tantum aliquas regulas tradam.

Prima. Sit circa ea objecta, quæ superficiem aquæ attingunt, sit verbi gratia arbor AD, superficies aquæ sit GE, debet ex singulis præcipuis punctis illius arboris, duci perpendicularis usque ad superficiem aquæ, & ulterius protendi, donec pars illius quæ intra aquam intelligitur, æqualis sit parti extanti. Sit verbi gratia AC æqualis lineæ AB; DE, æqualis lineæ EF, punctum F erit apparentia reflexa puncti D: tota difficultas erit in inveniendo puncto quod in aqua perpendiculariter respondet alicui objecto. Sit enim turris HI, hæc turris eandem habens apparentiam; duo-

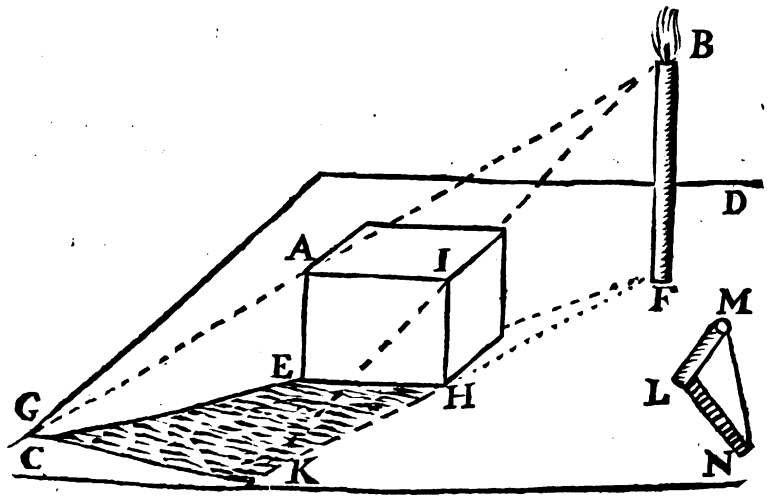


bus modis intelligi potest, vel ita ut ejus punctum H, in eodem sit horizonte ac aqua, atque adeo tangat superficiem aquæ productam usque ad punctum H, vel ita intelligi potest eadem turris HI, ut respondeat perpendiculariter puncto M, si primum, ejus apparentia reflexa incipere debebit à puncto H, & in isto casu nulla esse poterit. Si verò respondeat perpendiculariter puncto M, atque adeo ejus vera altitudo sit MI; ejus apparentia tantùm depressa erit infra punctum M, quantùm ejus altitudo est supra punctum M. Non possumus autem dijudicare de diversitate ista, nisi ex variis circumstantiis, & intentione pictoris.

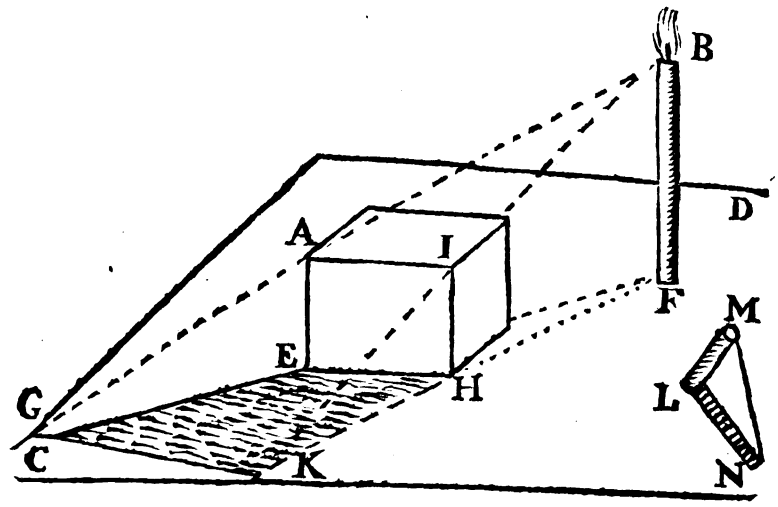
PROPOSITIO V.

Problema.

Datâ luminosi, & corporis opaci apparentia, invenire in quolibet plano, umbra apparentiam.



Quamvis facillimum sit, dato luminoso, & dato corpore opaco, umbram ejus invenire in quocumque



quocumque voluerimus plano : ducendo lineam rectam, à luminoſo ad opacum, quæ ulterius producatur donec occurrat plano, & umbram determinet. Non ita tamen eſt facile invenire in plano, perſpectivè deſcripto, punctum in quod incidit umbra, eò quòd tam apparentia plani, quàm apparentia lineæ ductæ, à luminoſo ad corpus opacum, in eadem ſint ſuperficie tabellæ, & conſequenter, internoſci non poſſit punctum concurſûs. Sit ergo corpus opacum A, luminoſum B, quæritur apparentia umbræ, in plano horizontali C D ; ducantur tam ab extremitate opaci A, quàm à luminoſo B, lineæ perpendiculares A E, B F, uſque ad planum horizontale C D, in quo nempe umbra quæritur. Ducantur lineæ F E G, B A G, dico punctum G, eſſe umbram puncti A, in plano horizontali. Cum enim puncta A & B, reſpondeant perpendiculariter punctis E, & F, puncta F & E, erunt apparentiæ punctorum in plano horizontali exiſtentium, lineæ item A E, B F, utpote parallelæ in eodem erunt plano, in quo plano erit etiam umbra puncti A ; cum ergo punctum G ſit in linea B A, item ſit in plano horizontali, erit neceſſariò G punctum concurſûs in quo conveniet linea umbræ cum plano horizontali.

Quod dixi de plano horizontali, intelligendum eſt de quolibet alio plano, ad quod ducendæ ſunt apparentiæ duarum perpendicularium, tam à puncto opaco, quàm à luminoſo ductarum. Ita punctum K erit umbra puncti I, in plano horizontali excepta.

Debent autem determinari hujuſmodi perpendiculares, eò quòd exiſtente eâdem corporis opaci ; & luminoſi apparentiâ, poterunt realiter, alium, atque alium locum occupare ; atque adeò diverſas umbras producere. Ut ſi luminoſum B, non reſponderet perpendiculariter puncto F, ſed puncto L ; alia haud dubiè umbra produceretur, eâdem tamen permanente ejus apparentiâ B, idem dico de corpore opaco. Cum verò inventa fuerit alicujus puncti umbra, ſi corpus illud planum attingat, conjungendo hæc puncta, habebitur umbra totalis : ut ſi ſit virga L M, obliquè infixa plano horizontali in puncto L, ſitque punctum N, umbra puncti M, dico umbram totalem fore lineam L N.

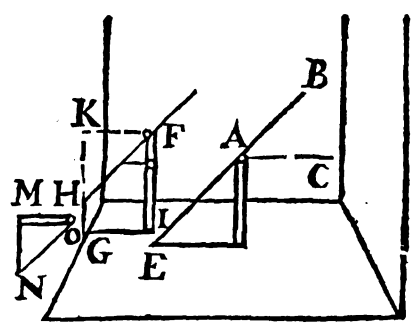
Hæc methodus umbras inveniendi, adhibenda eſt quotieſcumque luminoſum tam parum diſtat, ut aſſignari poſſit in omnibus planis punctum cui perpendiculariter reſpondet. At verò quotieſcumque luminoſum longo diſtat intervallo, aliter operandum eſt. Ut dum umbras ſolares exhibere volumus.

PROPOSITIO VI.

Problema.

Apparentias umbrarum ſolarium exhibere.

Certum eſt primò, omnes umbras ſolares eſſe inter ſe parallelas ; ideoque earum apparentias, vel eſſe parallelas inter ſe ſi ſupponantur parallelæ tabellæ, vel convenire in eodem tabellæ puncto, ſi nempe umbræ non ſupponantur parallelæ tabellæ. Certum eſt item, ſi in plano quocúmque punctum cui ſol reſpondet perpendiculariter, conjungatur cum punctis quibus opaca reſpondent pariter ad perpendiculum, quod (inquam) hæ lineæ parallelæ erunt inter ſe, quibus ſuppoſitis facilè praxes inveniemus ad determinandas omnium corporum umbras ſolares. Determinandus igitur eſt locus ſolis ; tàm ſecundùm elevationem, quàm ſecundùm circulum verticalem ; intelligendus tamen eſt circulus verticalis reſpectivè ad planum tabellæ, nempe ſciendum eſt quantum circulus verticalis, in quo ſol verſatur declinet à plano tabellæ. Ut autem incipiamus à facilioribus, ponamus ſolem exiſtere in plano tabellæ, hoc eſt, umbras eſſe parallelas tabellæ, determinanda item eſt ejus altitudo. Ponamus eum gradibus 30 ſupra horizontem elevatum. Sit ergo punctum A, cujus quæritur umbra in plano horizontali ſubjecto. Sit punctum B, reſpondens opaco A. Fiat linea AC, repræſentans quaſi horizontale planum tranſiens per punctum A. Fiat angulus B A C triginta graduum, producatur linea BA, ducatur item linea BE, parallela



Digitized by Google

rallela lineæ terræ, punctum E erit umbra puncti A.

Sit item quærenda umbra puncti F, in plano verticali ad tabellam recto. Ducatur linea FH, eodem modo ac linea AB ducta est. Hoc est fit FH parallela lineæ AE. sit punctum I, perpendiculariter respondens opaco F. sit GI, parallela lineæ terræ, & GH verticalis, dico H, esse umbram puncti F. Vel si linea FK, intelligatur perpendicularis ad planum verticale verticalis KH, exhibebit umbram H. Prima praxis facilior est, habétque suam vim, etiam si planum verticale non esset ad tabellam rectum. Ducta enim linea GI, parallela lineæ terræ, donec attingat lineam LG, communem sectionem plani verticalis, & horizontalis, linea verticalis GI attinget umbram, in puncto H.

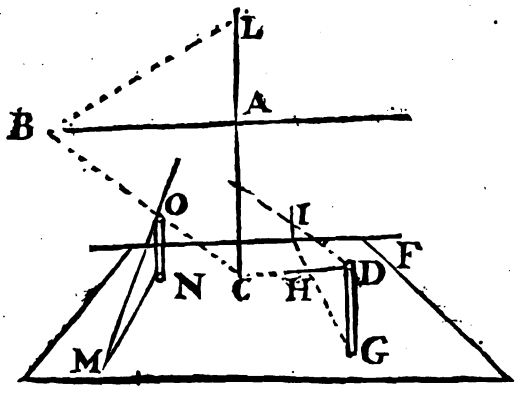
Demonstratio. Triangulum ABE, est in plano verticali per solem, & planum A ducto. Illud enim debet esse parallelum tabellæ, ob immensam solis distantiam; hujus autem plani, & horizontis sectio communis, est linea BE; igitur umbra planum horizontale attingit in puncto E. Eâdem demonstratione ostendam umbram puncti F, attingere planum verticale in puncto H.

Notandum item umbram totalem lineæ AB esse lineam BE. Item umbram totalem stili FI, esse IGH. Item si extenderetur stylus obliquus HI, ejus umbra esset IGH.

Si autem plano verticali infigatur stylus MO, ejus umbra erit MN.

Quoties datur corpus integrum cujus umbra totalis quæritur, investigandæ sunt umbræ singulorum angulorum, quæ connexæ lineis rectis, exhibent umbram totalem.

Supponatur sol in plano verticali ad tabellam recto, cum elevatione graduum 45. potest autem supponi sol vel ante tabellam, & tunc omnes umbræ, versùs interiora tabellæ dirigentur, vel post tabellam, & tunc in contrarias partes obvertentur.



Supponatur igitur ante tabellam, sitque punctum principale A; punctum distantiæ B; linea horizontalis AB, sitque angulus ABC graduum 45; dico omnes umbras tendere ad punctum C, & omnes lineas quæ in planis ad tabellam rectis, ex pede corporis opaci ad punctum umbræ ducuntur, tendere ad punctum A.

Quæratur verbi gratiâ umbra puncti D. In plano horizontali EF. sit punctum G, perpendiculariter respondens puncto D, ducatur radius GA, item linea DC, secans radium GA, in puncto H; dico punctum H, esse umbram puncti D, in plano horizontali exceptam.

Demonstratio. Si intelligatur linea BA, perpendiculariter erigi supra tabellam; umbra puncti B cadet in punctum C. Omnes autem umbræ solares parallelæ sunt, ergo omnes umbræ reales, & objectivæ parallelæ sunt lineæ BC; linea autem BC, etiam per oculum ducitur, attingítque tabellam in puncto C: ergo apparentiæ omnium umbrarum concurrent in puncto C, (*per 2. 1. hujus.*) Pariter sol supponatur esse in plano verticali ad tabellam recto, umbra puncti D, non egredietur planum verticale ad tabellam rectum; cujus nempe communis sectio cum horizontali plano, est linea G A; igitur umbra erit in communi concursu.

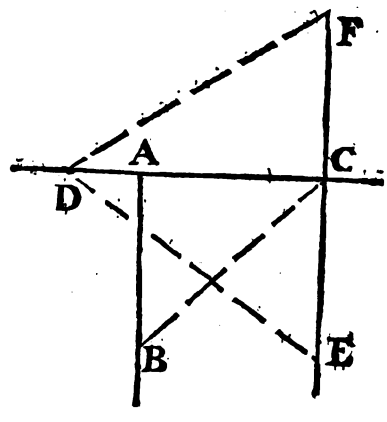
Ex quo vides praxes illas quæ eodem modo operantur circa solem, ac circa facem, falsas esse; nam umbræ solares supponuntur parallelæ ob immensam solis à terra distantiam.

In isto casu umbra solaris excipi non potest in plano verticali ad tabellam recto. Quia est illi parallela. Posset tamen excipi in plano verticali parallelo, ut si loco puncti C, umbra tenderet ad punctum K, ducto radio GA, qui plano verticali occurrat in puncto H, ducta linea verticali HI, punctum I erit punctum concursûs.

Si autem supponatur sol post tabellam, pariter in plano verticali ad tabellam recto verbi gratia elevatus 30 gradibus, sit angulus ABL graduum 30. Sit quærenda umbra puncti O, in plano horizontali. Sit punctum N, respondens perpendiculariter puncto O. Ducatur radius AN, ducatur item linea LOM, dico umbram puncti O esse punctum M.

Demonstratio. Si linea AB, perpendiculariter erigatur ad tabellam, linea BL, tenderet ad solem, & esset parallela omnibus umbris realibus. Cum autem etiam per oculum ducatur, omnes umbrarum apparentiæ, (*per 2. 1. hujus*) tendent ad punctum L, manent autem umbræ in eodem verticali plano; igitur in communi sectione verticalis, & horizontalis plani. Nempe in linea seu radio NM.

Denique sol esse potest in plano verticali ad tabellam non recto, & ponatur esse in plano verticali, declinante ad lævam gradibus 30 cum elevatione graduum 40 & ante tabellam. Sit punctum principale A, AB æqualis distantiæ, fiat angulus A B C graduum 30, sitque CD æqualis lineæ CB, fiatque angulus CDE graduum 40. dico punctum E, esse punctum concursûs omnium umbrarum. Quod benè concipietur, si intelligatur triangulum A B C, esse erectum perpendiculariter ad tabellam; tunc enim linea BE, erit umbra puncti B, cui omnes umbræ parallelæ sunt; ergo omnes apparentiæ umbrarum tendent ad punctum E, (*per 2. 1. hujus*) sectiones verò verticalium;



ticalium, & horizontalis plani tendent ad punctum C.

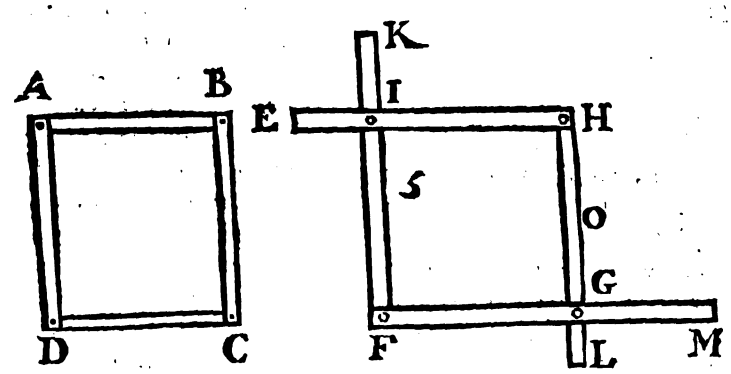
Si verò ſol ponatur eſſe poſt tabellam, in verticali declinante ad dexteram, gradibus 30 fiat pariter angulus A B C graduum 30, & pro elevatione ſit angulus F D C gradum 40, à puncto F, procedent omnes umbræ, cætera ſe habent ut prius.

Perſpectivæ noſtræ inſtrumenti deſcriptionem, & uſum attexere volui, quo facilè omnium objectorum, & prototyporum quorumcúmque deſcriptionem, ſecundùm quamcúmque rationem abſolvemus. Hoc inſtrumentum proponit, & demonſtrat P. Chriſtophorus Scheiner in nova arte delineandi, à ſe inventum aſſerens, quamvis ab aliis ante ſe uſurpatum fateatur.

PROPOSITIO VII.

Problema.

Parallelogrammi delineatorii conſtructio.



Parallelogrammum delineatorium quatuor ad minimum, conſtat tigillis, ſeu ut vocamus regulis, quarum longitudo arbitraria, vel ab opere, ad quod tale inſtrumentum adhibere volumus dependet. Sint hæ regulæ ex materia non flexibili, nempe ex ligno ſatis duro, quod flecti, aut luxari non poſſit, ex oſſe, ære ſeu cupro, ferro, aut quacúmque alia materia, latitudo ſit etiam mediocris in majoribus unius digiti, in minoribus quatuor aut quinque linearum, craſſities, dimidiam circiter latitudinem obtineat. Dixi initiò quatuor ſaltem tigillis conſtare, parallelogrammum enim omne, quatuor ad minimum lateribus conſtat.

Poſſunt tamen majoris firmitatis cauſa addi plura, vel etiam ut plures habeantur uſus, poſſunt igitur eſſe 6, ut duplex parallelogrammum conſtruatur; aut ſaltem aliquæ tigillorum partes ultra parallelogrammum procedant: nam parallelogrammum ſimplex uſui eſſe non poteſt.

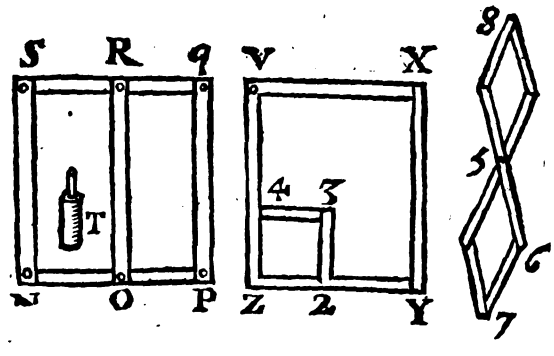
Copulantur tigilla inter ſe in figuram parallelogrammam, nempè ita ut adverſa latera inter ſe ſint æqualia, clavíſque ita connectantur, ut motum tamen circa illos tigilla habeant, clavorum figuram artificibus relinquo, qui tales eſſe debent, ut eximi facilè poſſint.

Addi debet & clavus quo parallegrammum affigi debet firmiter alicui rei immobili, cæteri enim clavi mobiles ſunt, hoc eſt quamvis circa illos tigilla moveantur; mobiles tamen ſunt, ita ut ſaltem circa clavum immobilem, ſeu rei immobili affixum moveantur. Additur graphium quod alicui tigillo immobiliter affigitur, ita ut operatione tantum peracta eximatur. Inſtruitur item indiculo, qui ſingulas prototypi partes percurrit, interea dum graphium eas in tabella notat: hæc igitur tria ſunt diligenter notanda, in quibus ſcilicet totum hujus parallelogrammi artificium poſitum eſt, nempè clavus immobilis, graphium, & indiculus, quæ ut dicam poſtea in lineam rectam diſponuntur ut imago prototypo ſimilis evadat.

Hoc parallelogrammum varias poteſt figuras induere, quarum prima ABCD, licèt ſimpliciſſima, inutilis tamen eſt ad inſtitutum noſtrum, quia cùm ut oſtendam debeant diſponi in lineam rectam; hæc tria nempe clavus immobilis ſeu centrum, graphium, & index, parallelogrammum ſimplex hujus diſpoſitionis ſit incapax, quomodocumque verſetur. Ideo hæc prima rejiciatur.

Secunda admitti poteſt, ut utilis; poſſunt enim in lineam rectam diſponi hæc tria, ſeu aſſignari tria puncta in tribus diverſis lateribus parallelogrammi: ut ſi duceretur recta linea, ex puncto E, in M, hæc ſecaret latera K F, H L; F M, atque adeò non tria tantum, ſed etiam quatuor puncta invenirentur, ſi neceſſaria eſſent.

Tertia figura admittenda eſt, quæ etiam trium punctorum in lineam rectam digeſtorum, propter latus intermedium RO capax eſt. Quarta & quinta propter eandem rationem probæ ſunt.



In eo autem totum hujus parallelogrammi artificium poſitum eſt, ut graphium & index ſimilem motum habeant, ſimileſque figuras, in datâ quacumque ratione deſcribant. Sic enim fiet, ut dum ita movebitur graphium, ut index omnes lineas alicujus prototypi percurrat, ſimilem delineabit, & in ſubjecta tabella deſcribet. Unde multa artificum induſtriæ relinquo, ut quomodo

index

Digitized by Google

index ita aptetur, ut tamen ejus extremitas appareat, nec à lateribus parallelogrammi tegatur, idem dico de graphio. Ideoque communiter parallelogrammi planum, nonnihil supra tabulam elevatum à clavis detinetur, atque illis figuram qualem in puncto T intueris tribunnt. Graphium pariter lateri parallelogrammi, ita affigi debet ut omnino non vacillet; idem dico de indice, cæteta praxis docebit.

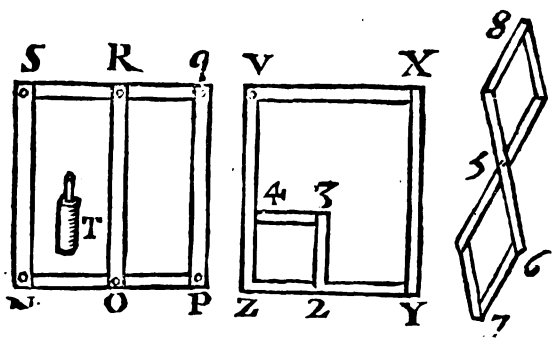
Parallelogrammum circa centrum unum omnino immobile movetur, singulaque puncta parallelogrammi circa illud circulos describere possunt, ut patet, & immota parallelogrammi figura describunt arcus omnino similes, qui arcus eandem inter se rationem observant.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

Partium parallelogrammi delineatorii varii motus.

Suppono parallelogrammum delineatorium, alicubi ita affixum esse centro mobili, ut circa illud immobile, totum moveatur, immutato cæterarum partium inter se habitudine; hoc est in



quamcumque parallelogrammam abiverit instrumentum, seu quemcumque angulum rectilineum, latera adjacentia comprehendant, (omnem enim possunt comprehendere) immutatâ illâ partium habitudine, circa centrum immobile, singulæ circulos possunt describere, hic motus generalis vocetur.

Certum est item quod si centrum immobile in quocumque latere constituatur, latus illud nullum alium motum habere potest nisi circularem, ut si in figura ultima punctum Z fiat immobile, hoc est in eo angulo, statuatur clavus teres, quo instrumentum rei fixæ conjungatur; latera Z Y, Z V, motum tantùm circularem habebunt: neque enim ulla pars tigillorum Z Y, Z V, potest accedere ad punctum Z, aut ab eo recedere, nisi solvatur compages tigillorum; quæ tamen solida, & firma supponuntur: ergo restat ut motum circularem habeant.

Idem proportione dico de aliis lateribus respectu suorum centrorum mobilium, à quibus recedere non possunt.

Certum est item partes laterum centro immobili oppositorum præter motum circularem, posse ad centrum immobile accedere, & ab eo recedere. Ut si punctum Z, sit centrum immobile, poterit circa punctum Y immotum, si lubeat, moveri circulariter totum latus Y X, ita ut punctum X, describendo arcum circa Y immotum, accedat ad punctum Z, aut ab eo recedat. Idem dico de omnibus partibus tigilli Y X, excepto tamen puncto Y, quod cum sit in eodem tigillo cum centro immobili ad illud accedere non potest. Certum est autem, quod singulæ partes tigilli Y X tali motu describent arcus omnino similes, verè enim moventur, circa immotum: ergo clarum est describendos arcus similes.

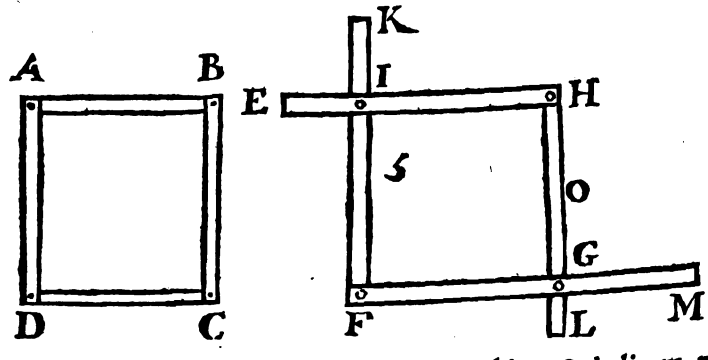
Addo præterea quod si punctum Z sit centrum immobile, si punctum Y fiat immotum, quia tigilla Y X, 23, Z V, sunt semper parallela inter sè, describent omnia eorum puncta arcus similes, seu totidem graduum, quia propter parallelismum laterum, anguli in centris Z, 2, Y fiunt æquales. Et in tali motu in quo nempe supponitur quiescere totum latus Z Y, alia omnia movebuntur, nempe latera Z V, 23, Y X circulari motu, latus X V, accedet ad latus Z Y, ita tamen ut illi sit semper parallelum, non quemcumque motum habeat instrumentum, cum ita commissa sint tigilla, ut quælibet duo adversa latera, sint æqualia, semper figuram parallelogrammam obtinebit.

Possunt alii motus cogitari in parallelogrammo, posset enim punctum X ad centrum immotum Z, accedere per lineam rectam, & in tali casu latera Z V, Z Y, habent motus omnino contrarios, & describunt arcus omnino similes circa centrum immobile Z, ut facilè ostendere possumus, si è re nostra foret, alios item peculiares motus persequerer nisi hoc inutile judicarem.

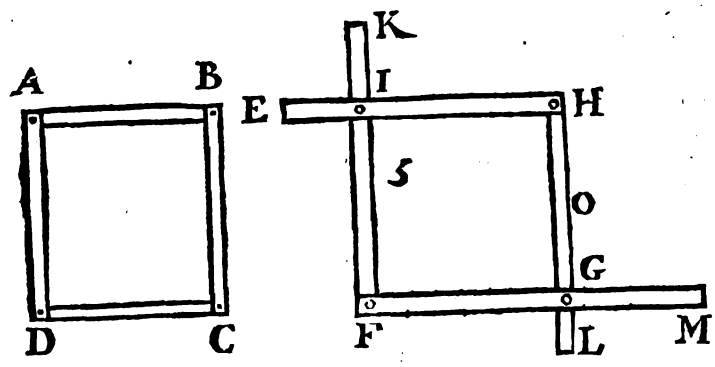
PROPOSITIO IX.

Theorema.

Dispositio centri immobilis graphii, & Indicis perversa.



Certum est hæc tria, nempe centrum immobile, graphium & indicem non posse constitui in



uno, eodemque latere parallelogrammi delineatorii, quia finis hujus inſtrumenti, eſt ita aptare indicem, & graphium, ut omnem figuram utrumque deſcribere poſſit, & ita ut ſimilem utrumque delineet; ſed ſi in eodem latere, in quo eſt centrum mobile collocentur, figuras tantum circulares efficient, ut oſtendimus propoſitione præcedenti; ergo hæc diſpoſitio non eſt utilis ad finem præfixum.

Aſſero item indicem, & graphium collocari non debere in eodem latere, etiam oppoſito centro immobili. Ut in parallelogrammo F G H I, ſtatuatur centrum immobile in puncto F, ſitque graphium in puncto O; dico indicem ſtatui non poſſe in toto latere H L.

Demonſtratio. Ut inſtrumentum ſit accommodatum fini præfixo; debent ita conſtitui index, & graphium ut ſimiles figuras deſcribant; ſimiles autem figuras non deſcribent, ſi ſemel in tali diſpoſitione index nonnunquam majorem motum efficiat; quam graphium, & aliquando minorem. Ad hoc enim ut ſimiles figuræ deſcribantur, debent lineæ ab uno deſcriptæ eſſe proportionales lineis ab alio deſcriptis, nempe ſimiles figuræ habent latera omnia proportionalia. Oſtendo autem id ſequi. Fiat punctum G immotum, puncta H & O deſcribent arcus ſimiles, ut oſtendimus, quorum ratio erit ut G O ad G H. Intelligatur punctum H, tranſlatum in S, puncto G immoto; in tali diſpoſitione punctum H minus diſtabit à centro immobili F quam punctum O; ita conſtitutum parallelogrammum moveatur circa centrum immobile F; punctum O quod magis diſtat, majorem arcum deſcribet; ergo in tali diſpoſitione punctum O aliquando minorem lineam, quam punctum H deſcribet, & aliquando majorem; ergo ſimilis figura ab utroque non deſcribetur, quod tamen intenditur.

Sed neque huic inconvenienti occurritur ſi centrum mobile G inter indicem & graphium ſtatuatur, ut ſi index eſſet O, & graphium L, nam poteſt punctum O eſſe vicinius centro immobili F quam punctum L, & in tali caſu, majorem arcum deſcriberet. Poteſt item aliter diſponi parallelogrammum, nempe ita ut punctum L ſit vicinius centro immobili F, & tunc ſi moveatur circa illud, deſcribet arcum minorem, ergo ex tali diſpoſitione non ſequetur, in graphio, & indice deſcriptio ſimilium figurarum.

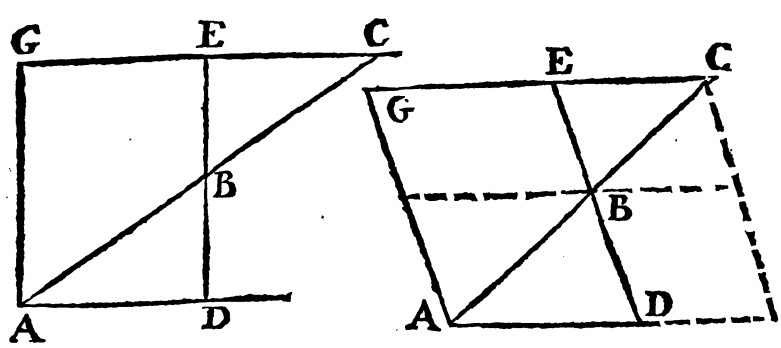
Sed neque poſſunt centrum fixum, & index, aut etiam graphium eſſe in eodem latere ſit enim centrum fixum F, & index M, ſi graphium ſtatuatur in quocúmque alio tigillo, poſſet immoto indice, graphium moveri: ergo graphium non deſcribet figuram ſimilem deſcriptæ ab indice, cum ad hoc neceſſarium ſit, altero moto, aliud moveri, & motum proportionalem habere.

Alii multi ſunt caſus, ſeu diſpoſitiones perverſæ trium punctorùm principalium hujus parallelogrammi, nempe centri immobilis, indicis & graphii, ex quibus ſequetur diſſimilis, ſeu non proportionalis in indice, & graphio motus; quibus ne longior fiam ſuperſedeo, ut veram ſeu legitimam diſpoſitionem explicem.

PROPOSITIO X.

Theorema.

Si centrum, graphium, & index, ſecundum eandem rectam lineam ſemel conſtituantur, in parallelogrammo delineatorio, ſemper in directum jacebunt, diſtantiæque novæ, prioribus proportionales erunt.



Volo ut tria ſeligantur puncta, in parallelogrammo delineatorio, quæ in directum jaceant, ſeu in eadem linea recta ſint conſtituta, ſive centrum locum medium obtineat, ſive unum extremum

Digitized by Google

mum, ita ut sit distantia Indicis à centro immobili ad distantiam graphii ab eodem centro, in certa & determinata ratione eâdem scilicet quæ est lateris imaginis ad latus prototypi.

Dico quod quemcúmque situm, seu angulum assumat instrumentum, ea puncta in eadem linea recta semper erunt, eademque erit ratio distantiæ Indicis ad distantiam graphii. Ut autem id oculis subjiciam seligantur tria puncta A, B, C, in linea recta dispositа, sitque A, centrum immobile, B graphium, C index, per punctum B, ducatur non tantum linea EBD, parallela oppositæ AG, sed etiam FBI, parallela lineis GC, AD. In triangulis ABD, EBC, æquiangulis propter parallelas, EC, AD, & angulo in B, ad verticem æquales, ita erit BD ad DE, sicut AB ad BC, & si velimus componere; ita erit DE ad BD, sicut AC ad AB; & ita etiam GA ad EB, sicut GC ad EC. Jam verò parallelogrammum in alium angulum abeat, centrum immobile est semper in puncto A, & puncta B & C sunt in iisdem semper locis.

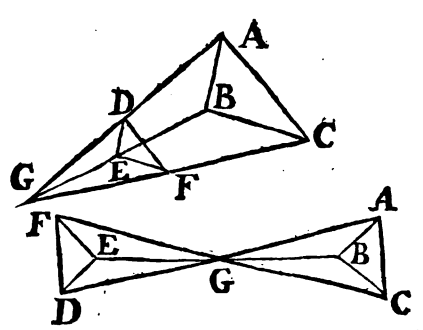
Demonstratio. Cum latera GE, AD; item GA, ED sint æqualia: erit parallelogrammum GADE, quare anguli G & BEC æquales, est autem ut GA ad EB, ita GC ad EC, illa enim latera eadem perseverant; ergo (*per* 24. 6.) ABC erit linea recta, eritque similiter ut DE ad DB, ita AC ad AB. Quare hæc tria puncta sunt semper in linea recta constituta, eademque semper est ratio distantiarum. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XI.

Theorema.

Index & graphium parallelogrammi delineatorii, in directum cum centro immobili jacentia figuras similes describunt.

Ex ea proprietate, quam propositione præcedenti demonstravimus, quod index, centrum immobile, & graphium in directum semper jaceant, sitque eadem semper ratio distantiarum à centro mobili, facilè ostendemus similes figuras, à calamo, seu graphio, & indice describi. Quia autem nimis longum foret, id de omnibus figuris probare, quia omnis figura rectilinea, in triangula resolubilis est, & figuræ curvilineæ per repetitam divisionem in rectilineas desinunt, sufficiet si proposito triangulo, quod ab indice describatur ostendam, simile triangulum, à graphio, seu calamo describi.



Proponatur triangulum ABC, quod ab indice describatur, sit centrum immobile G. Quando index est in A, sit calamus in D, in eadem nempe linea recta (*per* 10. *hujus*) transferatur index in punctum B, graphium erit in E, in eadem utique linea recta GEB, & cum index translatus fuerit in C, sit calamus in F; dico figuram DEF, similem esse figuræ ABC.

Demonstratio. Cum (*per* 10. *hujus*) ita sit GA ad GD, sicut GB ad GE, erunt in prima figura ED, AB parallelæ (*per* 4. 6.) eruntque AB ad ED, sicut GB ad GE: eodem modo ostendam, EF esse parallelam lineæ BC, & ita esse BC ad EF; sicut GB ad GE, similiter erit AC ad DF; ergo triangula DEF, ABC sunt similia, quod erat demonstrandum.

Quæ demonstratio locum habet, quando centrum immobile, unam extremitatem obtinet. Si verò centrum immobile locum medium inter indicem, & calamum obtineat, secundam figuram adhibebimus hoc modo.

Demonstratio. Cum triangula ABG, DEG, habeant angulos ad verticem oppositos æquales in puncto G, & latera circa hos angulos proportionalia, nempè AG, GD; BG, GE, erunt æquiangula, & proportionalia (*per* 6. 6. *Eucl.*) Erit ergo ut BG ad GE, ita AB ad DE; pariter in triangulis BGC, FEG, ostendam ita esse BC, ad FE, sicut BG ad GE, denique in triangulis AGC, FGD, erit AC ad FD, sicut AG ad GD, seu BG ad GE; quare triangula ABC, DEF, erunt proportionalia, quod erat demonstrandum.

Cùm ergo quodcúmque rectilineum in triangula resolvi possit, proposito rectilineo quocumque ab indice descripto, ostendam simile à calamo describi, nempe resolubile in totidem triangula similia. Quod si proponeretur curvilineum, debet illud dividi in tot partes, ut ductis lineis rectis, vel inscriptis, vel circumscriptis, generetur rectilineum, insensibiliter à curvilineo aberrans, & pariter ostendemus simile à calamo describi; ergo universaliter similes figuræ, ab utroque describentur.

COROLLARIUM.

Ex eo instrumento multa etiam geometrica præstare possumus; ut datâ figurâ, aliam similem describemus, etiam in data ratione, si nempè distantiæ indicis, & calami à centro immobili habeant rationem subduplicatam illius quam volumus esse figuræ, ad figuram.

PROPOSITIO XII.

Problema.

Varii usus parallelogrammi delineatorii.

Usus hujus parallelogrammi varii sunt, & primò quidem si graphium, & index æqualiter à centro immobili removeantur, fiet imago æqualis prototypo, sed inverso situ, ita ut peracta operatione, tabella tantum inverti debeat. Ut in præcedenti propositione in triangulis ABC, FED, in secunda figura, punctum F respondet puncto C; & A respondet puncto, D & B respondet puncto E; ita ut invertendo chartam figura DEF, situm similem habeat illi, quem habet triangulum ABC.

Possunt etiam in ea dispositione, distantiæ graphii, & indicis esse inæquales, secundùm quamcúmque voluerimus rationem; prout voluerimus imaginem prototypo majorem, aut minorem esse, in duplicata scilicèt ratione distantiarum. Hæc

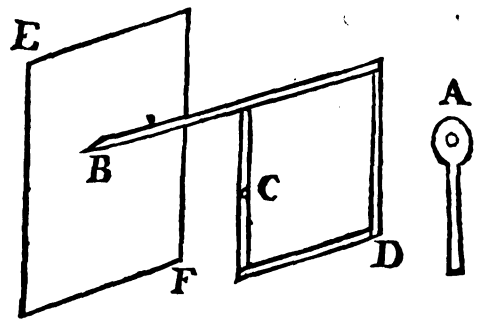
Digitized by Google

tamen diſpoſitio eſt in eo incommoda quod cum manus graphio adjungatur, quod ita movendum eſt, ut index lineamenta prototypi percurrat, contrarius motus imprimendus eſt graphio, illi quo movendus eſt index; quod non parum faceſſit negotii, & imaginationem confundit.

Quare præferenda eſt alia diſpoſitio, in qua centrum immobile, unam extremitatem obtinet, ſed neceſſariò in ea imago, & prototypus ſunt inæquales: ſecundùm rationem diſtantiarum duplicatam: hæc etiam nonnunquam incommoda eſt, quod prototypus tegat aliquam partem imaginis, aut viciſſim, quæ tamen incommoda vitari poterunt. Eſt etiam nonnunquam aliqua difficultas in firmando centro, & ſeligendo corpore cui affigatur. Cum enim prototypus, imago, & locus cui centrum, aut potiùs axis inſtrumenti affigitur, debeant eſſe in eodem plano, ſæpè mensâ, longiori, aut tabulato opus eſt, in quo parallelogrammum, ita moveatur ut centrum ejus maneat immobile: has tamen difficultates induſtrius artifex facilè ſuperabit.

Alius uſus iſtius inſtrumenti erit, in Stereographia, hoc eſt ad formandam imaginem prototypi, non tantum plani, ſed etiam ſolidi, aut extantis, ſeu ex pluribus ſuperficiebus conſtantis; ita planitiem integram, ædificia quæcúmque, montes, ſylvas, cæteráque deſcribemus, modò ex certo & determinato loco ſpectari poſſint.

Qui uſus ut intelligatur, revocanda ſunt ea, quæ initio hujus tractatûs dedimus, circa ſectiones communes radiorum ab objectis ad oculum ductorum, qui ſi plano aliquo excipiantur, eandem facient viſionem, quam ipſamet objecta produxiſſent; quod ut oculis ſubjiceremus, attulimus praxin illam delineandi, in ſuperficie vitrea inter objectum, & oculum interjecta. Quia autem tædioſum eſt objecta in vitro delineare, cum neceſſarium ſit, ea denuò in tabellam transferre, facilè poterimus, ope noſtri parallelogrammi, in tabella, etiam non diaphana, cujuſcúmque objecti imaginem delineare. Seligatur igitur locus firmus è quo ſpectari poſſit objectum, itaque diſponatur parallelogrammum, ut planum ejus verticale ſit, firmetúrque ejus centrum, ita ut circa illud liberè moveri poſſit; tum ad duos pedes immobilem ſtatues dioptram A, per quam videre poſſis objecta. Sit index parallelogrammi B, graphium C, centrum D, ita movebis graphium C,



ut index B, viſus per dioptram A, videatur percurrere ſingula objecta. Clarum eſt quod index B, percurret ſectiones omnes radiorum ab objectis ad oculum productorum, & plani fictitii EF; ſed graphium C ſimiles figuras deſcribit iis, quæ ab indice B indicantur, ergo habebitur imago ſimilis illi quæ cogitatur in plano EF, ergo hæc imago omnia objecta perfectè exhibebit. Opus eſt ut omnia ſint firma, nempè objecta ſint immobilia, centrum inſtrumenti ſit immobile; & dioptra A ſit item immobilis, idcóque ad hominum imagines ad vivum exprimendas ex eorumdem intuitu, ineptum eſt inſtrumentum, eò quòd objectum non ſit immobile.

Poteſt item hoc inſtrumentum utile eſſe, ad perficiendos motus ſimiles, ad aliquam diſtantiam. Sæpè enim in Mechanicis indigemus aliquibus Machinis, quæ motus certos perficiant. Poſſumus autem hoc inſtrumento eos perficere, immò & augere in quacúmque ratione. Sed hæc indicaſſe ſufficiat, cum novam doctrinam non contineant.

TRACTA

Digitized by Google

TRACTATUS XXII.

CATOPTRICA,

Seu de radio Reflexo.

NAM ex præcipuis lucis, & visionis proprietatibus, hoc tractatu explicandam suscipimus; scilicèt quod lumen sit reflexionis capax, & propter incursum, in corpus opacum resiliat, & in oppositis partibus producatur; visio verò cum interveniente lumine in oculis fiat, qui non tantum directo; sed etiam à radio reflexo aliquid patiantur, ex reflexione luminis, similem etiam affectionem participat. Enucleabimus igitur reflexionis leges, pro vario ad corpora diversimodè figurata appulsu; mutatas item objectorum quo ad magnitudinem, situm, distantiam, numerum apparentias, quæ omnia ut ordine procedant. Primò libro de reflexione in genere, & de speculis planis. Secundò de convexis. Tertiò de concavis agemus.

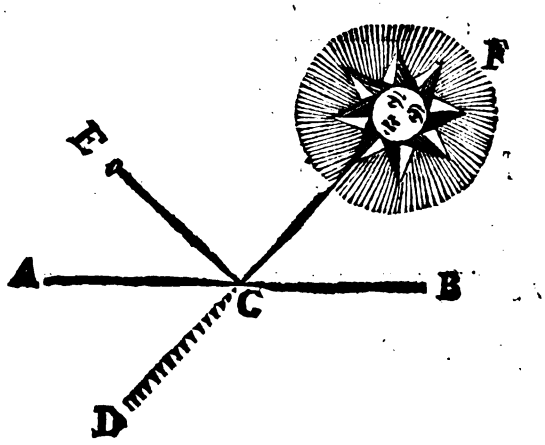
LIBER PRIMVS.

De Speculis planis.

DEFINITIONES.

PRima. Reflexio, est productio luminis, & qualitatis in anteriores partes corporis opaci, ob resistentiam illius corporis quam vincere non potest. Dixi productionem ut loquerer secundùm omnium principia; intelligent veram productionem & physicam, qui lumen ut qualitatem respiciunt; intelligent verò productionem, extensionem luminis in partes anteriores corporis opaci, incapacis scilicet, vel ex toto vel ex parte illius impressionis, qui corpus esse existimant. Dicitur productio in anteriorem partem spatii quam respicit corpus opacum, secundùm eam superficiem, quam luminoso, corpus opacum obvertit.

Ut si soli opponatur corpus opacum repræ-

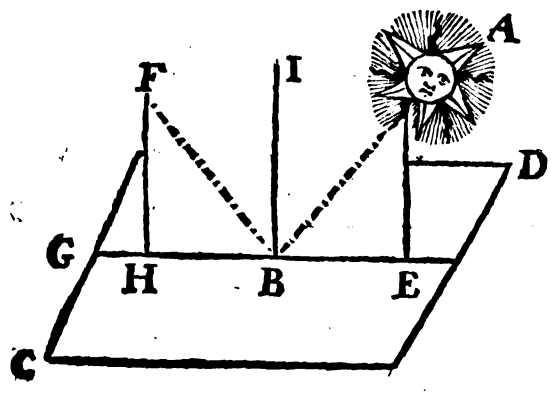


sentatum per lineam A B, quod obsistat propagationi luminis, quæ fieret per C D, ita ut id quod propagaretur per C D, producatur in C E, nempe in ea parte spatii, quam respicit superficies A B, obversa luminoso F. Hæc propagatio, ita facta vocatur reflexio. Differt autem à refractione, quod refractio sit propagatio ejusdem luminis, per medium diversæ densitatis, ita ut illud penetret; ut dum trans vitrum, aut crystallum respicimus, luminis radius verè transmittit crystallum, at verò radius solaris non ingreditur speculum verbi gratia metallicum, sed ab eo remittitur.

2. Radius est lux à luminoso diffusa, licèt autem omnis radius concipiatur per modum lineæ, non tamen debet concipi, sine ulla latitudine. Possumus quidem aliquando non cogitare quod hæc lux à luminoso diffusa habeat latitudinem, quia sæpe accidere potest, ut ejus latitudo non faciat ullo modo ad institutum nostrum; de facto tamen nullus unquam datus fuit radius lùcis, qui omni latitudine, & crassitie careret: ut dum à sole per exiguum foramen, solis lumen transmittebamus, fuit ferè radii solaris totalis figura cylindrica. Licet igitur in eo cylindro plures cogitare lineas, & aliquando totum cylindrum per modum lineæ considerare, nulla habita ratione ejus crassitiei.

3. Punctum incidentiæ, quod idem & reflexionis, est pars illa speculi in quam incidit radius, & à qua etiam vicissim remittitur & repercutitur, ut si à sole A, emittatur lumen secundùm lineam A B,

A B, in punctum B ſpeculi C D, punctum B erit ſimul punctum incidentiæ, & ſimul punctum reflexionis.



4. Angulus incidentiæ, eſt angulus minimus quem comprehendit radius per quem lux in ſpeculum emittitur, cum lineis in plano ductis, ut ſi ex luminoſo A, ducatur radius AB, demiſſaque ad tale planum perpendiculari A E, angulus ABE eſt angulus incidentiæ.

5. Angulus reflexionis eodem modo erit angulus, quo inclinatur linea per quam lumen remittitur, cum plano aut ſuperficie ſpeculi, ut ſi lumen ex B, reflectatur per BF, angulus FBG, eſt angulus reflexionis.

6. Radius incidens, eſt via illa ſeu linea recta per quam lumen à lucido ad ſpeculum propagatur, qualis eſt linea A B.

7. Radius reflexus, eſt via ſeu linea per quam lumen à corpore reflectente, in partes oppoſitas repercutitur, talis eſt linea FB.

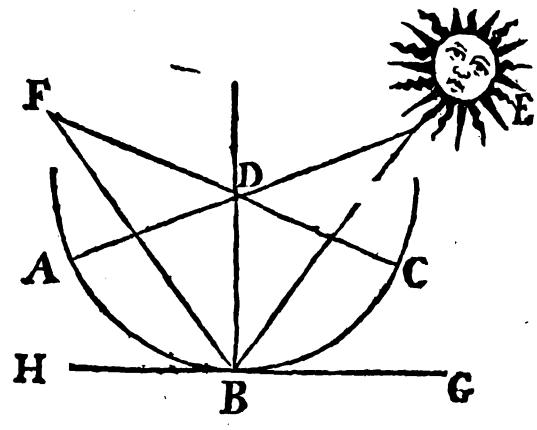
8. Cathetus incidentiæ eſt linea perpendicularis à corpore radiante ad ſuperficiem ſpeculi ducta, ut ſi à ſole ad planum ſpeculi CD, ulteriùs ſi ſit opus productum, perpendicularis AE ageretur; hæc vocatur cathetus incidentiæ.

9. Cathetus reflexionis eſt perpendicularis à quocumque radii reflexi puncto ad ſuperficiem reflectentem ducta, qualis eſt F H.

10. Inclinatio radii ſive incidentis, ſive reflexi eſt angulus comprehenſus à perpendiculari excitata in puncto incidentiæ, & prædicto radio; ut angulus A B I, eſt inclinatio radii incidentiæ AB, ſicut FBI, eſt inclinatio radii reflexionis.

quæ ipſam contingit, & per punctum contactus tranſit, ut ſit ſuperficies curva ABC, ſitque ſuperficies plana repræſentata per lineam G H, quæ ipſam tangat in puncto B, linea DBI, quæ recta eſt ad ſuperficiem planam contingentem. Eſt etiam recta ad curvam ſuperficiem D B I, nec aliter poſſumus angulos mixtos ex lineis curvis, & rectis, ad certam normam revocare. Adde quod ſi angulus rectus ſit ille, qui fit quoties linea alicui ſuperficiei inſiſtens angulos æquales facit, linea D B I talis erit. Quare omnis linea per centrum Sphæræ tranſiens eſt recta ad ſuperficiem Sphæricam.

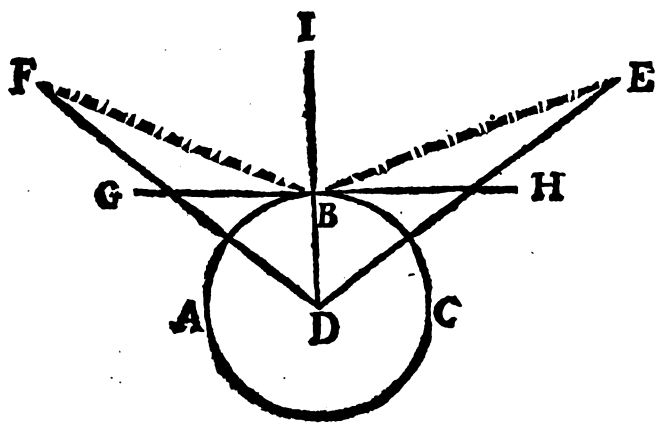
Quare poſito ſpeculo Sphærico ABC, linea EB, erit radius incidentiæ, B F radius reflexus, angulus EBC, aut E B H angulus incidentiæ; angulus FBA, aut FBG reflexionis, linea ED cathetus incidentiæ, F D cathetus reflexionis, angulus E BI, angulus inclinationis radii incidentiæ; angulus denique F D I erit angulus inclinationis radii reflexi.



In ſpeculis concavis verbi gratia in ſpeculo ABC, radius E B eſt radius incidens, BF reflexus; angulus EBC, aut E B G, angulus incidentiæ, angulus F B A, aut F B H, eſt reflexionis. Ponatur centrum ſpeculi concavi eſſe D, cathetus incidentiæ erit EDA, cathetus reflexionis FDC, inclinatio radii incidentis angulus EBD. Inclinatio radii reflexi D B F.

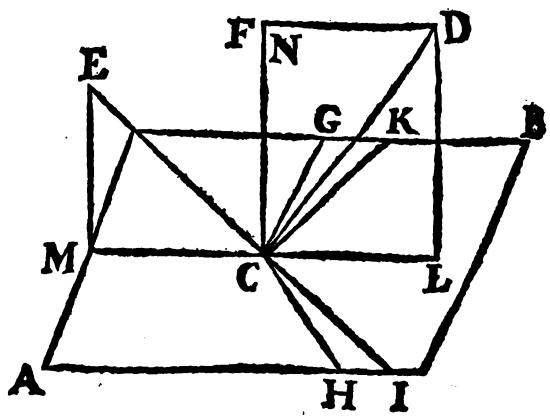
SUPPOSITIO I.

Superficies reflexionis eſt ad ſuperficiem ſpeculi recta. Sit ſuperficies ſpeculi A B, punctum reflexionis, & incidentiæ C, radius incidentiæ DC, reflexus CE, ſitque perpendicularis CF. Ideo-



Hæc omnia in ſpeculis planis ſatis facilè intelligentur, in ſpeculis tamen non planis paulò aliam habent diſpoſitionem; licèt ſit eadem quo ad rem, aliqua igitur addenda ſunt.

11. Perpendicularis ad ſuperficiem non planam, ea dicitur quæ recta eſt ad planam ſuperficiem,

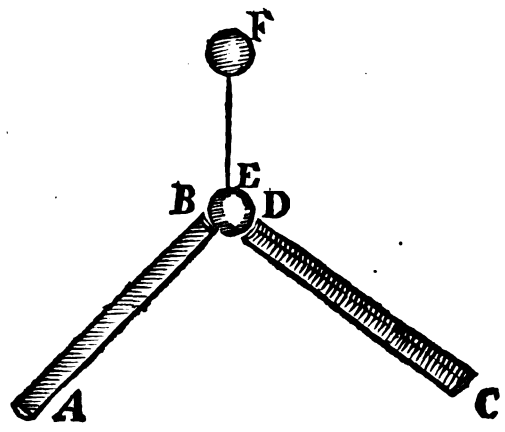


que (*per* 18.11.) planum per CF, CD, ductum, rectum erit ad planum ſpeculi, ſupponitur radius reflexus CE, in eodem eſſe plano. Hoc Euclides hoc Alhazen ſimpliciter aſſumpſit, hoc Vitellio probare conatus eſt; Non potuit tamen, ideoque ejus demonſtrationem ut duplici vitio laborantem hic

Digitized by Google

hic non moror : ſupponit enim ejus demonſtratio angulos incidentiæ & reflexionis eſſe æquales, quod tamen nondum probaverat. Keplerus ſimpliciter id probat hoc modo, lux in ſuperficiem illapſa repercutitur in plagam oppoſitam ei unde advenerat; ſed niſi reflexio fieret in plano perpendiculariter erecto ad ſuperficiem ſpeculi, non reflecteretur ad plagam oppoſitam. Hæc tamen ratio mihi clara non videtur.

Unde alii dicunt hoc petendum eſſe ex reſiſtentia corporis reſiſtentis ſeu ſpeculi; cùm enim æqualiter hinc inde à plano perpendiculariter erecto reſiſtant partes ſpeculi; debent neceſſariò remittere lucem per planum, ad quod non magis inclinetur ſpeculum ex una parte quam ex alia. Sed ſolum perpendiculare planum tale eſt: igitur per planum perpendiculare debet fieri reflexio; nec eſt ulla ratio cur potiùs in unam partem emittat quam in aliam. Ut ſi duobus baculis AB,



C D, eodem modo inclinatis, impellatur globus E, neutrius directionem ſequetur, ſed mediam quandam inibit viam: movebiturque per lineam mediam E F. Pariter ſi incidat radius in planum, ſequetur mediam viam inclinationis illius plani, cum radio incidente: ſed hæc media via eſt quæ fit in plano perpendiculariter erecto. Nam cum radio D C, hinc inde fiunt anguli D C K, D C I; D C G, D C H æquales: ergo mediâ quadam via incedere debet radius reflexus, media autem via eſt planum perpendiculare.

Alio item modo oſtendi poteſt. Eò magis ſuperficies ſpeculi reſiſtit alicui motui, quò angulum acutiorem cum linea illius motus fecerit, hoc eſt ideo non regreditur lumen per lineam C D, per quam inciderat; quia nempe angulus D C L, fuerat acutus, ideoque magis lata, & ut ita dicam aperta eſt via, ut feratur ulteriùs. Sed angulus D C M, eſt obtuſus immo maximus omnium qui fieri poteſt à linea CD, cum quacumque linea ſuperficiei ſpeculi, ut facile oſtendi poteſt: ergo ibi eſt minor reſiſtentia.

Alio item modo oſtendi poteſt propoſitio. Motus per radium incidentem C D, virtualiter compoſitus eſt ex motu perpendiculari & verticali, hoc eſt ſi ſimul impelleretur corpus aliquod per lineam D L, & ſimul per D N, ejus motus eſſet compoſitus ex utroque, ita ut ſi æqualiter ex utroque participaret, ferretur per lineam diagonalem, ſeu per radium comprehendentem angulum 45 graduum. Sed huic motui quatenus horizontalis eſt, non reſiſtit ſpeculum, ſed tantum pro ut verticalis; ergo pro ut horizontaliter fertur, nullo modo mutabitur: ergo ſemper eundem horizontalem tractum ſequetur. Sed ſi ſequatur eundem horizontalem tractum nempe lineæ DF, manebit in eodem plano ad planum ſpeculi recto, nempe ſemper in plano DNC, quod (*per* 18. 11.) rectum eſt ad planum ſpeculi; ergo reflexio fit in plano per radium incidentiæ ductum; & rectum ad ſuperficiem ſpeculi.

Mirabitur aliquis quod eodem modo loquar de lumine, ac ſi verè motum localem haberet; cum tamen certum non ſit motum localem illi ineſſe: fateor quidem cum vix inveniam rationem à priori quare debeat fieri ulla reflexio; ponendo quod lumen ſit qualitas, difficillimum mihi eſſe in ea opinione certas hujuſmodi reflexionis regulas à priori demonſtrare: vix enim invenio ubi pedem figam. Scio ab aliquibus dici ſolem determinatum eſſe, ut quidquid per lineam directam producere non poteſt propter obices; producat per lineam reflexam. Quod tamen non eſt ita commune omnibus aliis agentibus, ut pro regula univerſali aſſumi poſſit. Ideoque reſtat inquirendum quare ſol determinatus ſit ad agendum hoc modo. Video eaſdem leges reflexionis corporum obſervari, in reflexione luminis. Explico prius eam cujus aliquam rationem reddere poſſum, ut per analogiam ad illam, explicari poſſit ea quæ nos latet. Affero autem rationem cur detur reflexio in projectis, eadem prorſus propter quam aſcendunt funependula ulterius poſtquam pervenerunt ad lineam directionis, quod oritur ex natura impetus, qui eſt permanentis naturæ, ideoque ſemel productus permanet donec à contrario impetu deſtruatur; quamdiu autem eſt, ſemper movet ſuum mobile: ita & in corpore ad parietem impacto dicendum eſt, aut quod maneat, idem impetus qui priùs, novam tantum à pariete determinationem habeat, eo quod impediat ejus iter ſecundum unam lineam. Quia tamen huic impetui nullo modo contrarius eſt paries, pro ut fert ſuum mobile per lineam ipſi parieti parallelam; ideo ſecundùm illud officium, impetus totum ſuum effectum habebit: vel dicendum eſt parietem impulſum vi elaſtica alium impetum producere.

Quod ſi hujuſmodi rationes non videantur ſufficere ut efficiant fundamentum iſtius tractatus; ſaltem hoc ita ſe habere, & verè reflexionem fieri, in plano ad ſuperficiem ſpeculi recto, inſtrumentaliter oſtendemus. Si enim ad ſuperficiem cujuſcumque ſpeculi verbi gratia horizontalis, excitemus planum ad rectos angulos, & obvertamus aliquam dioptram in eo exiſtentem ad ſolem; videbimus reflexionis radium in eadem ſuperficie ſemper remanere, neque ab ea vel tantillum quidem aberrare, & hoc ſufficiat ut aſſumere poſſimus tanquam axioma reflexionem fieri in plano ad ſuperficiem ſpeculi recto.

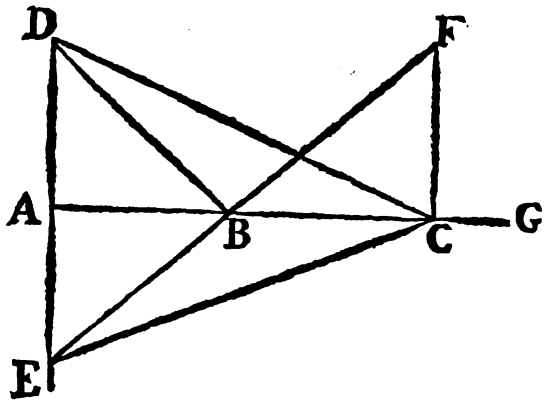
SUPPOSITIO II.

Anguli incidentiæ & reflexionis æquales ſunt.

Hæc ſuppoſitio non minorem patitur difficultatem, variéque torſit authorum ingenia. Dicitur hæc demonſtrata ab Herone mechanico in Catoptricis, ſed ille Heronis tractatus periit. Ptolomæus & alii cum illo hanc viam iniverunt, ut oſtenderent radios incidentiæ & reflexionis, ſub angulis æqualibus factos, eſſe minimos, qui ab objecto ad viſum duci poſſint. Cum igitur natura

Digitized by Google

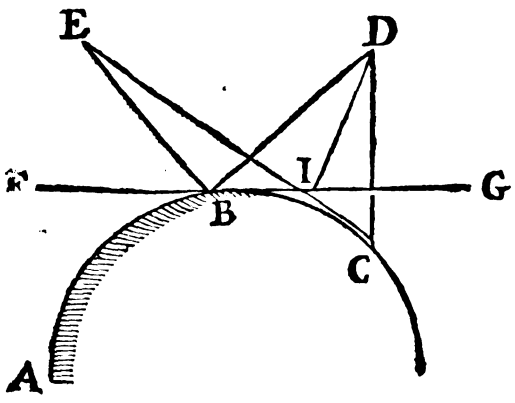
compendiosè agat, & quæ per pauciora poteſt, non perficiat per plura, debet neceſſariò fieri reflexio per radios reflexionis & incidentiæ qui angulos æquales efficiant. Conſequentia patet; aſſumptum tanquam principium per ſe notum, quòd lux, & ſpecies quæcumque ſi dentur, propagentur per lineam rectam, quia illa unica eſt, & breviſſima; ergo ſi radii incidens, & reflexus ſint breviſſimi; per eos reflexè lumen propagabitur. Primum antec. facilè demonſtro in ſpeculis planis. Sit igitur ſpeculum planum repræſentatum



per lineam ABC, ſitque radius incidens FB, radius reflexus BD; ita ut anguli FBC, ABD ſint æquales, dico radios FBD eſſe breviſſimos, qui per reflexionem ad ſpeculum ABC factam duci poſſint à puncto F ad punctum D. Sint enim alij radij FC,CD, ducatur ex puncto D perpendicularis DA, ſitque AE æqualis lineæ AD, junganturque lineæ BE, CE.

Demonſtratio. In triangulis DAB,EAB rectangulis in A, cum latera AE,AD ſint facta æqualia, & latus AB commune (*per* 4. *primi*) erunt anguli ABD, ABE æquales. Pariter oſtendam ACD, ACE, æquales, item baſes BE, BD, DC, EC æquales erunt. Sed anguli ABD & FBC ſupponuntur æquales; ergo anguli ABE, FBC ſunt æquales. Quare (*per* 14. 1.) linea EBF erit unica linea, & quia DB, BE æquales ſunt, erit tota linea FBE, æqualis radiis BF, BD ſimul ſumptis. Quia autem anguli ACD, ACE ſunt oſtenſi æquales, & ACD ſupponitur inæqualis angulo FCG, lineæ EC, CF, non jacebunt in directum. Sed linea DC eſt oſtenſa ſunt lineæ EC & duo latera CF, FE reliquo EF majora, (*per* 20. 1.) ergo FC, CD, radiis FB, BD, majores ſunt. Quod erat demonſtrandum.

Idem facilè demonſtrari poteſt in ſpeculo convexo ABC. Sit enim radius incidens DB, reflexus

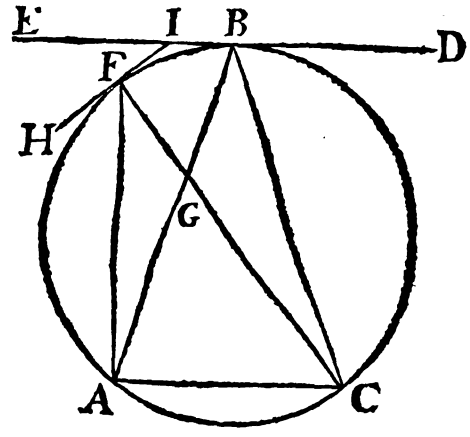


F ita tamen ut anguli DBC,EBA ſint æquales; ſi tque alii radii DC, CE. Dico radios DC, CE ſimul ſumptos, majores eſſe radiis DB, BE ſimul ſumptis. Ducatur enim planum tangens ſpeculum in B, ſitque ſectio reflexionis & plani illius linea FG, ſecans radium CE in puncto I, ducatur linea DI.

Oſtendam ſicut priùs radios DB, BE minores eſſe lineis DI, IE; ergo cum DCI ſint latera majora quam DI; addito communi IE erunt lineæ DC,CI, IE majores quam DI,IE; ergo DC,CE, multò majores, quàm DB, BF. Quod erat demonſtrandum.

Si ita benè ſuccederet hæc demonſtratio in ſpeculis concavis, videretur demonſtrata ſuperior ratiocinatio; videretur allata germana ratio hujus effati: Anguli incidentiæ & reflexionis ſuntæquales. Sed falſum eſt quod in ſpeculis concavis, radii incidens, & reflexus qui æquales angulos incidentiæ, & reflexionis efficiunt, ſint breviſſimi, qui ab uno puncto ad aliud duci poſſunt. Immò oſtendo eos eſſe longiſſimos.

Sint duo radii AB incidens, BC reflexus ita ut ductâ tangente EBD anguli ABE,DBC ſint æquales. Eſt autem (*per* 29. 3.) angulo ABE angulus BCA, & angulo CBD angulus BAC æqualis; ergo æquales ſunt BAC, BCA. Ducantur ad quodcumque aliud punctum ſpeculi ABC rnempe F radii AF, CF, dico illos ſimul ſumptos minores eſſe radiis AB, CB.



Demonſtratio. Anguli AFC, AEC (*per* 21. 3.) ſunt æquales; item anguli AGF,CGB ad verticem oppoſiti, quare triangula AGF, CGB æquingula ſunt; ideoque (*per* 4. 6.) ita erit AG ad GC, ut AF ad BC; & FG ad GB: Immo junctis duabus ultimis, ita erit AG ad GC, ut AFG ad CBG. Eſt autem AG prima minor, quam ſecunda CG, cum in triangulo AGC angulus CAG major ſit quam ACG, eſt enim æqualis toti ACB; erit igitur GBC major quàm AFG; quare AG minima quantitas in proportionalibus & maxima GBC, (*per* 25. 5.) ſeu ABC majores erunt intermediis, CG, & AFG, ſeu radiis AFC; quod erat demonſtrandum.

Ex quo concludes falſum eſſe illud axioma, nempe quod radii incidens, & reflexus qui faciunt angulos incidentiæ, & reflexionis, ſint minimi qui à puncto ad punctum duci poſſunt.

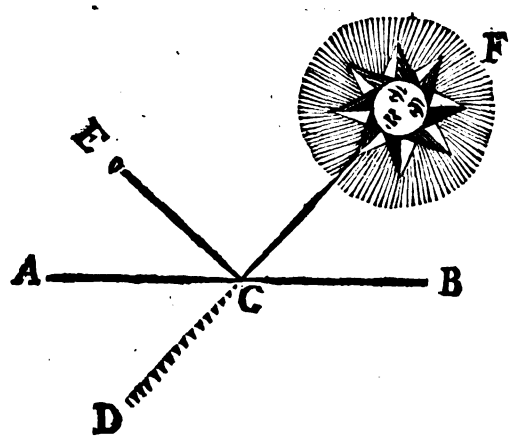
Nihilominus ut totum ſuum robur obtineat, quia ſpecula curva continent virtualiter ſuperficies variè inclinatas, poſſunt conſiderari non tanquam ut unicum ſpeculum ſed tanquam plura. Quia enim in ipſo puncto contactûs, ſpecula curva ſe habent ut plana ideo ſufficit, quod radij *incidentiæ* & reflexionis æqualium angulorum *ſint* minimi eorum qui duci poſſint ad idem ſpeculum, conſideratum prout habens eandem inclinationem, nam dum mutatur inclinatio ſit diverſum

ſpeculum

Digitized by Google

ſpeculum, ut ducta per punctum F tangente H I, punctum F circuli eandem habet iuclinationem, ideoque ſupponit pro alio ſpeculo, quæ reſponſio habet aliquid boni.

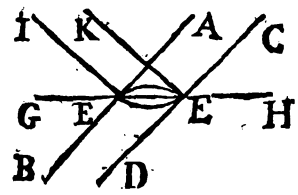
Alia ab aliis initur via, ut aſſumant tanquam principium, quod ſi objectum in oculum per reflexionem radiet, & conſequenter videatur, ſi permutent locum ita ut objectum locum oculi, & oculus locum objecti obtineat, adhuc objectum eadem viâ radiabit, & ab oculo videbitur.



Sit enim oculus E,CB ſpeculum, A objectum, F quod per reflexionem radiet in oculum E, ita ut ſit radius incidentiæ FC, & angulus F C B, radius reflexionis CE,& angulus ACE,transferatur oculus in F, & objectum in E, videbitur adhuc objectum,ita ut eadem viâ radiet in objectum F, quod non niſi experientiâ haberi poteſt; quo poſito facilè concluditur angulos incidentiæ, & reflexionis æquales eſſe. Ponatur in primo caſu angulum incidentiæ F C B, majorem eſſe angulo reflexionis A C E; factâ tranſlatione angulus A C E, fiet angulus incidentiæ; ergo pariter major eſſe debebit angulo reflexionis; ergo non radiabit per CF, cum angulus FCB, major ſupponatur quàm ACE, neque enim dici poteſt aliquando angulus incidentiæ, major angulo reflexionis, aliquando minor, cùm natura ſimiles ſemper obſeiver leges. Igitur ſi per eandem viam objectum, aut luminoſum radiat reflexè; neceſſarium eſt ut anguli reflexionis, & incidentiæ ſint æquales.

Hæc ratiocinatio fundatur in ſolâ experientiâ, videbitúrque tam benè potuiſſe aliquem experiri immediatè, an anguli incidentiæ, & reflexionis ſint æquales, quam an tranſlatis oculo, & objecto eadem viâ fiat reflexio. Nihilominus quia ad experientiam capiendam nulla ſunt neceſſaria inſtrumenta, quæ in alia requirerentur,nec eſt tam facilis aberratio, ideo neque eam contemnendam duxi.

Pater Zuchi (ſi tamen benè ejus mentem aſſecutus ſum,) ita hoc probare nititur. Primò ſupponit expediens fuiſſe ut propagatio luminis, aut ſpecierum, quæ fit per lineam directam, impediri poſſet per interpoſitionem corporis opaci, nihilominus non ut ceſſaret propterea omnis actio; ſed tantum alio dirigeretur, ideoque debuit ſecundum menſuram, qua impeditur pergere in directum, propagari per reflexionem, aliis omnibus in eodem ſtatu permanentibus, mutata tantum directione. Sed ſi omnia maneant immutata, exceptâ directione, anguli incidentiæ, & reflexionis æquales eſſe debent. Minorem probat hoc modo. Sit radius aliquis non mathematicus ſed phyſicus, qui ſumatur modò per modum cylindri, cujus extremæ lineæ ſint AB, C D, qui ſecetur obliquè plano EF, certum eſt tam angulum A E H, æqua-



lem eſſe angulo BEG, oppoſito ad verticem,quàm angulum CEH, angulo GED. Jam invariato ſitu pars B E E D, quæ niſi obſtitiſſet corpus opacum proceſſiſſet ulteriùs,ex alia parte producatur,ita ut omnia eodem modo, & baſis baſi ſuperponatur; aut potius eadem ſit, neceſſariò æqualis fiet angulus nempe IEG æqualis erit angulo BEG; ergo & angulo AEH. Si enim eſſet alius angulus, non eſſet eadem conſtitutio iſtius radii cum ſua baſi quæ communis eſt utrique radio, vel baſis reflexionis eſſet major, aut minor baſi incidentiæ, cum tamen unica eſſe debeat. Quod ſi baſi manente eadem alius fieret angulus: radius reflexus, coarctaretur & conſequenter intenderetur, ſi nempe radius reflexus ſit magis obliquus, quam incidens; rarefieret autem ſi baſi manente eadem eſſet magis perpendicularis. Cum igitur natura maximè attendat ad ea quæ ſunt communia, & in ſpeculis præcipuè planis, ut reflexiones non immutent radiationem, quo ad intenſionem, aut figuram objectorum; neceſſarium fuit ut reflexio fieret ad angulos æquales incidentiæ & reflexionis. Nam vix dantur ſpecula naturalia quæ ſint Sphærica,nam aquæ,lacus,maria ſunt ſpecula phyſicè plana. Unde illorum potiùs rationem debuit habere natura quam artificialium ſpeculorum.

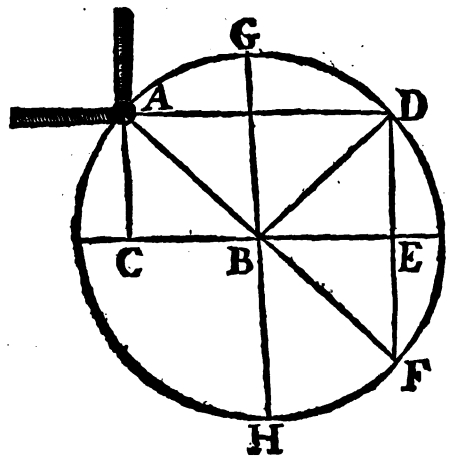
Verùm ut dicam quod res eſt, in rebus phyſicis nullam afferre rationem niſi ut ita dicam moralem, & quod maximè convenientiſſimum fuit fini naturali, non puto ſufficere; ideoque ſi fieri poſſit quærendum eſt aliquid ulteriùs.

Adde quod hæc ſpecula naturalia quæ vocant, & quorum præcipuè ratio habet natura, non ſunt plana,neque etiam phyſicè, niſi exigua tantm pars conſideretur,mare enim ad ſenſum ſphæricum eſt. Igitur in ſphæricis debuit talis reflexio fieri quæ rerum imagines non mutaret,nec lumen diſpergeret, quæ omnia etiam falſa ſunt.

Alia ejuſdem principii ratio affertur à D. Deſcartes, videturque jam prius fuiſſe allata à Proclo l. 1. Commentarii in Euclidem cap. 4. Conſiderat igitur radium luminis incidentem eodem prorſus modo quo conſiderat motum localem alicujus pilæ. Supponit autem determinationem motus ad certam lineam capeſſendam, non ſemper oriri ex eadem præcisè cauſa ex quâ oritur ipſe motus, ita dum ab homine impellitur pila luſoria, homo ipſe motum producit, ſitus autem reticuli determinat motum ad certam lineam. Ita dum rota in orbem movetur ſi lapillus ab ea impellatur non in orbem, ſed per lineam rectam movebitur; pariter quomodocumqut impulſus in rota producatur, ſemper in orbem movebitur.

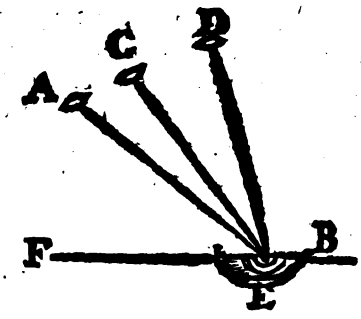
Ex quo ſequitur (inquit) mirum non eſſe ſi corpus durum poſſit mobilis in ipſum incurrentis motum dererminare ad certam viam ineundam; licèt ipſum corpus durum non ſit

productivuum motus. Supponit item motum quemcumque posse dividi in duos motus, posseque considerari sub duplici ratione, ita solis motum realiter spiralem partimur in duos motus, diurnum & annuum, nam sæpè accidit ut ex duplici causa ille motus oriatur.



Sit igitur pila A, quæ feratur per lineam AB, illius motus duplicem habet considerationem; primò quidem accedit ad lineam CB, & item accedit ad lineam D E F. Quod ut melius concipias, finge pilam A, simul impelli à duobus; nempe ab uno secundùm lineam AC, & ab alio secundòm lineam AD, vel æqualiter, & tunc linea A B erit diagonalis quadrati, vel inæqualiter, parum interest. Feretur ergo pila A per lineam AB, impulsui facto per AD, nullo modo contrarium est corpus durum obsistens, extensum scilicèt secundùm lineam CBE; cum linea AD ipsi sit parallela; motui autem secundùm lineam A C, obsistit directè corpus C B, & quantùm est de se remittit pilam secundùm lineam CA, aut BG. Sivè ipsum corpus durum verè incurvetur in B, & dum se reducit remittat pilam quantum est de se per lineam B G, quod volunt nonnulli, & posset confirmari multis rationibus, nam quæcúmque vim habent elasticam melius reflectunt, ut sunt reticula ex nervis tensis compacta, corpora dura. Mollia verò vix reflectunt. Sive ut vult ipse Descartes, quod idem motus secundùm lineam AC, per occursum corporis duri determinetur ad contrariam omninò lineam. Dum igitur pila pervenit in B, motus illius quatenus movet secundùm lineam AD non mutatur, quia corpus C B E, illi oppositum non est; sed parallelum, motus verò quatenus ferebat per lineam AC seu GB, mutatur in contrarium, & jam ascendet pila per lineam BG. Quia autem interea dum ascendit per lineam B G, motus qui ferebat per lineam AD perseverat, & eodem modo se habent isti motus, hoc est si fuerunt æquales in descensu sunt etiam æquales in ascensu, si unus tantisper excedebat alium in descensu, eodem etiam excessu superabit in ascensu, fiet linea B D, eodem prorsus modo inclinata, quo linea AB; igitur angulus reflexionis est æqualis angulo incidentiæ.

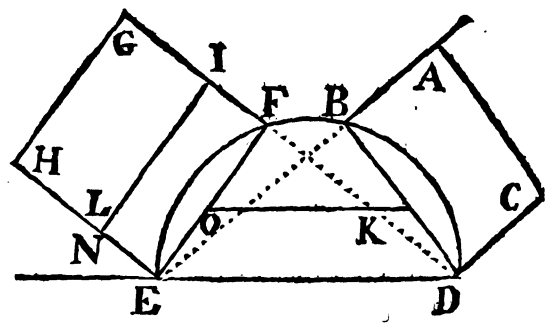
Notandum tamen quod jam indicavi aliàs, ut aliquid etiam addam de meo, quòd quoties pila impellitur in corpus, si comprimatur aut moveatur illud corpus semper eodem modo motum iri deorsum, & quantum est de se remissurum corpus per lineam perpendicularem. Ut si corpus F B, impellatur lineis AB, CB, DB, punctum B descendet in E, & semper quantum est de se remittet pilam secundùm lineam perpendicularem B D, licèt si pila habeat aliquem impetum cui contra-



rium non sit corpus F B, possit ille habere suum effectum, ita ut motus totalis constet duobus, & secundùm lineam inclinatam magis aut minùs feratur, pro ut motus horizontalis, seu parallelus magis, aut minus perfectione superabit perpendicularem.

R. P. Maignan aliam affert ejusdem axiomatis rationem, quæ desumitur præcipuè ab ea definitione, & consideratione radii, quam habet Thomas Obs Anglus, quâ nempè radium directum considerat per modum corporis alicujus tòtalis cujus partes certam habent inter se unionem, & hoc modo putat idem Obs se dare aliquam rationem refractionis, quæ in opinione communi est valdè difficilis. Hanc autem etiam reflexioni applicat Maignan, putâtque eam esse optimam rationem, & radii luminosi considerationem, quæ utriúsque reflexionis nempe, & refractionis rationem reddere potest.

Sit igitur radius lucis à sole emissus quasi cylindrus cujus sectio, sit parallelogrammum A B C D, hic radius dum obliquè incidet in corpus E D, necessarium est, ut priùs punctum illius



D, tangat planum B D, quam ejusdem punctum B, punctum autem D subitò resiliet, non potest autem resilire quin impellat totam lineam D B, eoque impulsu & quasi subsultatione, & trepidatione totius radii, deviabit tantisper à recto tramite, describétque lineam paulisper incurvam BFE; interea verò, dum describet lineam B F E, punctum D similem & æqualem, lineam describet nempe DBF, ergo dum punctum B attinget corpus opacum in puncto E, punctum D pervenerit in F, deinde motu semper æquali ferentur nempè per lineas LI, HG, semper parallelas lineæ F E; sed hoc posito anguli incidentiæ, & reflexionis æquales erunt.

Quod autem hæc omnia ita se habeant hoc modo probatur. Sit centrum percussionis, quo fertur linea BD versùs ED, in puncto K, nempe ejus medio, certum est quod dum sistitur punctum D, quod non est centrum percussionis; alia pars

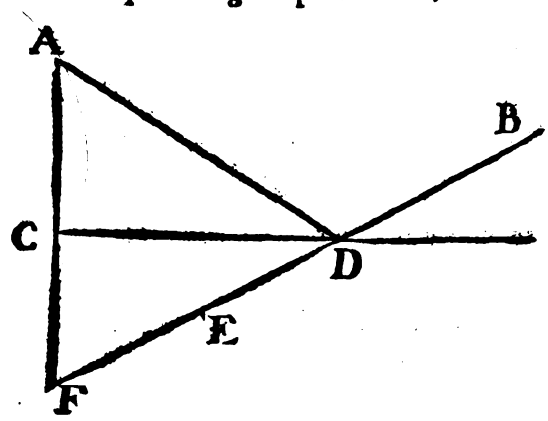
pars nempè D B ulterius progrèdietur, ut experimur in aliis omnibus motibus; ut quoties non ſiſtitur mobile per centrum directionis & motûs, aliæ partes ulteriùs progrediantur, interea verò punctum D reſilit, & quia eſt centrum repercuſſionis, debet nonnihil totus impetus, & motus perturbari. Quia autem lineæ ejuſdem DB, punctum D aſcendit, & punctum B deſcendit, & hoc æqualiter cum repercuſſio in puncto D facta, æqualis ſit deſcenſui, quo totus radius ferebatur deorſum, ideo neceſſarium eſt, ut detur aliquod punctum in linea B D, quod nequel aſcendat neque deſcendat; ſed moveatur parallelè, erítque punctum K, quod rectà feretur in O, interea dum punctum B deſcendit, & D aſcendit, eáque puncta deſcribent cycloidem aliquam circa punctum K motum, uſque in O, ceſſabit autem hujuſmodi motus vertiginis quando punctum B, percutiet corpus ED in puncto D. Item facilè probari poteſt ex eo quod æqualis ſit motus puncti D, aſcendentis motui puncti B deſcendentis, erunt portiones D B F, B F E æquales, & conſequenter lineæ F E, BD, æquales, ſunt item lineæ EF, BD æquales: quare (*per* 7. 1.) triangula F E D, B E D omninò æqualia, & anguli FED, BDE æquales, & conſequenter anguli BED, FED incidentiæ, & reflexionis æquales, quod erat demonſtrandum.

Atque hæc ſunt communitet principia phyſica ex quibus fundamentum totius Catoptrices ſtabilitur; licèt autem rationes allatæ non omninò demonſtrent; hoc tamen non impedit quo minus hoc ſuppoſito principio, ſaltem experientiâ indubitatâ comprobato, poſſit ulteriùs progredi mathematicus ſuáſque demonſtrationes perficere.

SUPPOSITIO III.

De Loco imaginis.

Suppoſuerunt ut indubitatum ipſéque Euclides inter alios, locum imaginis, ſeu locum in quo videtur objectum per reflexionem eſſe in catheto, ſeu perpendiculari incidentiæ. Videtur locus ille Euclidis vitiatus, neque enim tam fœdus error in tam illuſtrem virum cadere potuit. Ut enim probet objectum A, videri ab oculo B, in perpendiculari AC, ſi enim (inquit ille) aſſumatur punctum C, non amplius videbitur objectum A, falſum eſt quod ſi tegatur punctum C, modò re-

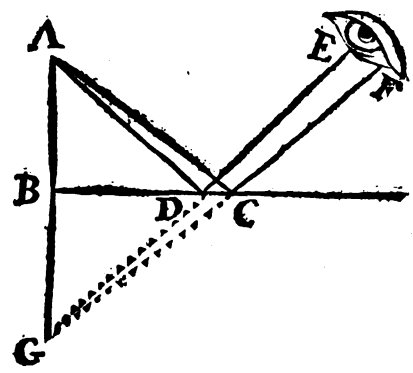


maneat punctum D, objectum occultatum iri, quare hanc probationem ut inutilem hic non moror.

2. Probatio poteſt peti ab experientiâ. Si enim linea AC, aut cylindrus erigatur perpendiculariter ſupra ſpeculum CD, videbitur cum ſua imagine unicam rectam lineam conſtituere, ſed ſi objectum videretur extra cathetum incidentiæ, objectum reflexè viſum, non videretur unicam, & totalem lineam conſtituere, cum ſua imagine; ergo videtur in catheto incidentiæ. Major eſt experientia quam quilibet facere poteſt, non tantum in ſpeculis planis, ſed etiam in aliis quibuſcúmque; ergo jam conſtat experientia videri objectum eſſe in catheto incidentiæ.

3. Præcipua ratio debet non ſimpliciter proponi, ſed cum aliquo addimento & explicatione: debet enim oculus eodem modo videre objectum eſſe in loco in quo non eſt, propter reflexionem; quo potuit judicare de ejus diſtantia & loco, ſine reflexione nempè ut radii directi. Si ergo oculus eodem modo afficiatur, & eodem modo recipiat lumen ab objecto per reflexionem, quo illud exciperet ſi objectum inveniretur in catheto incidentiæ, & ex iiſdem cauſis quibus poſſet judicare oculus de diſtantia objecti per radium directum, ex iiſdem judicabit per reflexionem illud eſſe in catheto incidentiæ. Quare primò quidem oculus videt objectum eſſe in eo ſpatio ex quo lumen illi ab objecto remittitur; ſed clarum eſt quod licèt objectum ſit in A: quia tamen ultimus radius qui oculum afficit eſt DB, oculus ſentit objectum eſſe in linea DB, ſed hæc linea ulteriùs producta fertur uſque ad cathetum incidentiæ, ergo videt objectum eſſe versùs cathetum incidentiæ.

Reſtat igitur ut oculus judicet de diſtantia. Si enim non judicet de diſtantia eâmque non percipiat, non potiùs percipiet objectum eſſe in puncto



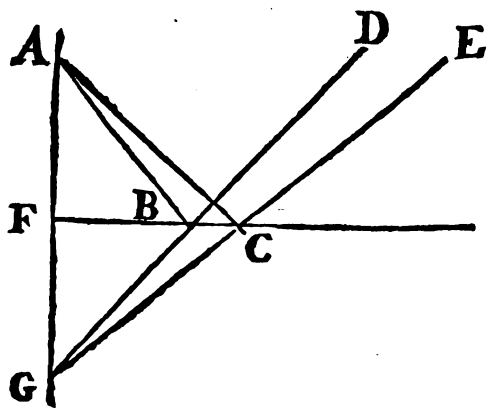
E catheti, quàm in puncto F, aut in puncto D, ſi à quolibet objecti puncto ad oculum unicus tantum radius duceretur; vix eſſet ullus modus quo unus oculus poſſet dignoſcere objectum eſſe diſtans aut abſens. Diximus autem aliàs unum oculum poſſe dignoſcere diſtantiam objecti inter alia, eò quòd radii ad eandem partem objecti pertinentes, non poſſint uniri niſi aut cryſtallinus coarctetur, aut retina certo modo à chriſtallino removeatur; ſed ne idem ſæpius repetamus. Unus oculus videbit objectum eſſe in catheto incidentiæ, ſi omnes radii reflexi eodem modo ad oculum perveniant, ac ſi verè emitterentur ab eodem puncto catheti incidentiæ, ſeu quod idem eſt ſi producti conveniunt in catheto incidentiæ, igitur videt objectum eſſe in catheto incidentiæ. Probatur minor. Sit objectum A, ſintque duo radii reflexi ad duas partes pupillæ E & F, nempe DE, CF, ſumantúrque etiam non in eadem ſuperficie reflexiva, ſed in diverſis. Et primò quidem quod concurrant hi radii E D, FC oſtenditur, ſi enim non concurrerent videretur objectum quaſi infinitè diſtare, ſed hoc eſt contra omnem experientiam, ergo veniunt quaſi ex eodem puncto emitterentur. Sit igitur punctum concurſûs G, jungaturque linea AG, dico lineam AG, eſſe cathetum incidentiæ, quod ſic oſtendo. Superficies reflexiva AGDE eſt ad ſpeculum recta per

ſuppoſitionem primam, item ſuperficies reflexiva AGCF, eſt etiam ad ſpeculum recta, ergo (*per* 19. 11.) communis eorum ſectio ABG, eſt ad ſuperficiem ſpeculi recta. Quod erat oſtendendum.

Hæc demonſtratio majorem vim habet in duobus oculis. Supponantur enim eſſe duo oculi in E & F; oculus E videbit objectum eſſe in linea ED producta; & oculus F in linea FC, quæ duæ lineæ niſi concurrant omnino, objectum videbitur duplex, ſuppono autem lineas ED, FC eſſe axes Opticos. Si verò concurrant in G, ducatur AG, hanc dico eſſe perpendicularem ad planum ſpeculi cum enim perficies reflexionis AGDE, ſit ad ſpeculum recta, item ſuperficies AGCF, erit (*per* 19. 11.) communis ſectio AG, ad eandem ſuperficiem recta.

Licèt autem hæc demonſtratio videatur tantum procedere in ſpeculis planis, habet etiam ſuam vim in ſphæricis, ſi benè intelligatur quid ſit ſuperficiem, ad ſuperficiem ſphæricam eſſe rectam. Illud enim planum rectum eſt ad ſuperficiem ſphæricam, quod rectum eſt ad omnia plana quæ duci poſſunt in omnibus punctis illius circuli, qui communis eſt ſectio plani, & ſuperficiei ſphæricæ. Quare ſi duo plana eidem ſuperficiei ſphæricæ ſint recta; erunt etiam ambo recta illi plano tangenti quod ducetur in puncto in quo eorum communis ſectio ſecat ſuperficiem ſphæricam; atque adeo oſtendemus quod præcipuè quando duo oculi ſunt in duabus ſuperficiebus rectis, etiam ad ſuperficiem curvam, axes duorum oculorum directi ſecundùm duos radios reflexos, neceſſarios convenient in aliquo puncto catheti incidentiæ.

Si verò duo oculi inveniantur in eadem ſuper-



cie ſphærica, erit paulò difficilius idem oſtendere in ſpeculis curvis, facilè autem in planis; quod ita oſtendo. Sint duo oculi D & E, videntes idem objectum A, per radios reflexos BD, CE, ſintque oculi D, & E, in eadem ſuperficie reflexiva. Ducatur perpendicularis AFG, quia in triangulis ABF, GFB, anguli ABF, GBF, ſunt æquales, cum tam ABF, ipſi DBC, (*per ſupp.* 2.) quàm FBG eidem DBC, oppoſitus ad verticem ſit æqualis; item anguli ad F ſint recti, & latus FB commune; erunt latera AF, FG æqualia. Jam dico lineam CE, productam non poſſe cadere neque infra neque ſupra punctum G; quia pariter in triangulis ACF, GFC, lineæ AF, AG, per eandem, debent eſſe æquales; non eſſent autem æquales ſi EC producta caderet infra aut ſupra punctum G.

In curvis expendemus ſuo loco, an etiam quoties duo oculi ſunt in eadem ſuperficie reflexiva id accidat. Probat enim Keplerus id non ſemper evenire; ſed nonnunquam inveniri in alio loco quam in concurſu catheti incidentiæ, & radij reflexi. Nempe ſi ſint duo oculi erit locus imaginis in concurſu utriúſque radij reflexi. Eſt igitur univerſaliter verum, primò quomodocúmque collocentur oculi in ſpeculis planis locum imaginis eſſe concurſum catheti incidentiæ, & radij ad oculum reflexi. In aliis verò quibuſcúmque, quoties unica apparet imago, & oculi non ſunt in eadem ſuperficie reflexiva, toties etiam objectum apparere in catheto incidentiæ, ſed de hoc infrà.

Poſitis hujuſmodi communibus ſuppoſitionibus; primò agemus de ſpeculis planis eorúmque proprietatibus. Secundò de convexis omnibus, deinde de concavis. Item de parabolicis, Ellypticis & hyperbolicis. Ultimò de reflexione corporum ſcabrorum.

PROPOSITIO I.

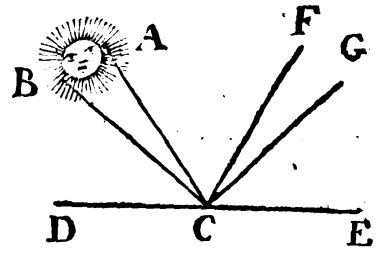
Theorema.

Specula ab omni puncto reflectunt, à qualibet objecti aut lucidi parte emiſſos radios.

Quodlibet objecti aut lucidi punctum radiat per lineas rectas in omnem partem, ergo à quolibet objecti puncto ad quodlibet ſpeculi, emittitur radius; ſed omnis in ſpeculum emiſſus radius reflectitur; ergo à quolibet ſpeculi puncto cujuſlibet objecti à quo ad ipſum duci poteſt linea recta, radius aliquis reflectitur.

COROLLARIUM.

Ex quo ſequitur quod in ſingulis ſpeculi punctis fiat pyramis incidens cujus vertex in ſpeculo,



baſis in objecto. Pariter fiat alia pyramis reflexa cujus vertex in eodem ſpeculi puncto, & baſis ſemper augeatur quantum ab objecto receſſeris. Sit enim ſol AB, à cujus ſingulis partibus, ad idem ſpeculi punctum C emittantur radii, ſintque pro omnibus radii AC, BC; quia angulus ACD, major eſt angulo BCD; AC reflectetur per CF, & BC in CG, ita ut angulus FCE, ſit major angulo GCE. Quod autem dixi de his radiis de aliis etiam omnibus intelligendum eſt.

PROPOSITIO II.

Theorema.

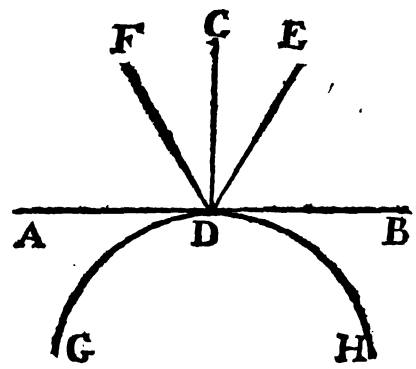
In omnibus ſpeculis, radius incidens perpendicularis, in ſeipſum reflectitur, inclinati verò ex parte obtuſi anguli reflectuntur.

In ſpeculo AB, ſit quicumque radius CD perpendicularis, dico illum in ſeipſum reflecti; ſi enim reflecteretur per alium quemcumque radium v. g. DE, angulus reflexionis EDB minor eſſet angulo ADC, incidentiæ, contra ſuppoſitionem ſecundam.

Item ſit radius incidens EDB, obliquus, & acutus, dico hujuſmodi radium non reflecti in ſeipſum

Digitized by Google

ſeipſum, quia angulus E D B incidentiæ, minor eſſet angulo reflexionis ADE qui in hoc caſu ob-



tuſus eſſet, cum ſit complementum ad duos rectos anguli acuti E D B.

Tertiò non reflectetur radius incidens ED versùs acutum angulum EDB, propter eandem rationem, ſed versùs obtuſum angulum A D E, ita ut radius reflexus dividat angulum obtuſum A D E, qualis eſt radius F D.

PROPOSITIO III.

Theorema.

Linea dividens bifariam angulum quem comprehendunt radii incidens, & reflexus, perpendicularis eſt ad ſuperficiem ſpeculi.

In eadem figura ſit radius ED incidens, & FD reflexus, angulus ab ipſis comprehenſus EDF, ſit linea C D, in eodem plano dividens angulum EDF æqualiter, dico illam eſſe perpendicularem ad ſuperficiem ſpeculi.

Demonſtratio. Cum (*per 2. ſuppoſ.*) anguli EDB, & F D A ſint æquales, item ſint æquales F D C, EDC, cum angulus EDF ſupponatur diviſus bifariàm, erunt anguli ADC, BDC æquales, & cum ſuperficies reflexiva ſit ad ſuperficiem ſpeculi recta per primam ſuppoſitionem, cujus eſt communis ſectio AB (*per 4. def. 11.*) erit GD perpendicularis ad planum ſpeculi.

Quod etiam intelligendum eſt quando ſpeculum eſt curvum; tunc enim in puncto reflexionis intelligimus planum tangens ſuperficiem curvam, ad quod ſi linea recta ſit, erit etiam recta ad ſuperficiem ſpeculi.

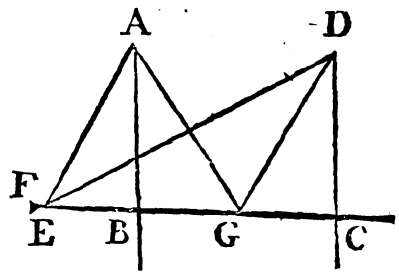
PROPOSITIO IV.

Theorema.

Punctum reflexionis eſt inter duas cathetos incidentiæ & reflexionis.

Sit punctum A quod radiet in ſpeculum BC, ita ut radius remittatur in punctum D, ſint autem catheti incidentiæ quidem AB, reflexionis DC; dico punctum ſpeculi reflectens ex A in D eſſe inter C & D.

Demonſtratio Puncta A & D ſunt in eodem plano reflexivo ad ſuperficiem ſpeculi recto (*per primam ſuppoſitionem*) ergo tale planum illud eſt quod per AB, C D ducitur; ſit illius plani, & ſuperficiei ſpeculi communis ſectio linea BC, ſive recta ſive circularis, dico punctum reflexionis eſſe



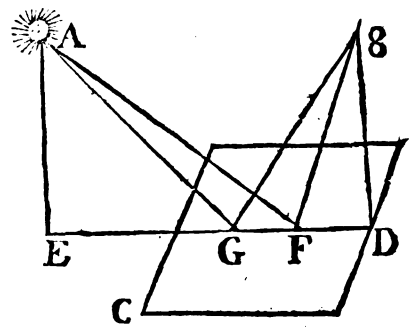
in ea linea inter B & C. Primò eſt in ea linea, ſi enim extra illam eſſet, radius reflexus & directus, invenirentur in diverſis planis, aut ſaltem non in plano ad ſuperficiem ſpeculi recto, quod eſt contra primam ſupp. Addo inſuper punctum illud eſſe inter B & C. Sit enim ſi fieri poteſt extra B, C, verbi gratia in puncto E, ita ut radius incidens ſit AE, & reflexus ſit E D. Cum angulus A B E ſupponatur rectus AEB erit acutus; ergo (*per 2. hujus*) ED non poteſt eſſe reflexus; ſed radius reflexus deberet dividere angulum obtuſum A E F; ergo punctum reflexionis eſt inter C & B quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO V.

Theorema.

Radii ab eadem objecti, aut lucidi parte emiſſi, non reflectuntur ad idem punctum, à diverſa ſpeculi plani parte.

Sit centrum diſci ſolaris punctum A, ſitque punctum quodcumque ſpatii 8, ſpeculum C D, dico fieri non poſſe ut duo radii à ſolis puncto A



emiſſi, ad duas ſpeculi partes reflectantur ad punctum 8. Intelligantur enim à puncto A ad planum ſpeculi C D productum ſi opus ſit demiſſæ perpendiculares AE, 8 D quæ jungantur linea E D, punctum reflexionis per præcedentem eſt in linea CD. Sit primò punctum F ita ut anguli A F E, 8 F D ſint æquales, dico nullum aliud aſſignari poſſe punctum in quo fiat reflexio puncti A. Aſſignetur enim ſi fieri poteſt punctum G, ita ut radius AG ſit incidens, & G, 8 reflexus.

Demonſtratio. In triangulo angulus AGE externus (*per 16. 1.*) angulo AFG interno major eſt; ſed angulus 8 F D ſupponitur æqualis angulo A F G: ergo angulus A G E aut illi æqualis (*per ſuppoſ. 3.*) angulus 8 G D angulo 8 F D major erit. Sed 8 F D eſt externus reſpectu anguli 8GD; ergo angulus 8 F D angulo 8GD ſimul & major & minor eſt, quod eſt abſurdum, ergo non poſſunt ab eodem objecti puncto, ad idem

Digitized by Google

idem punctum ſpatij reflecti duo radij; ſed unicos tantum in ſpeculis planis.

COROLLARIUM.

Unico ſpeculo plano quantumvis magno, ad ſolem ignis non generabitur. Nam ad hoc ut ignis generetur deberent radii ab eadem ſolis parte procedentes & ad diverſas ſpeculi partes emiſſi, remitti per reflexionem ad idem punctum, ſed hoc fieri non poteſt; ergo neque ignis generari. Si enim in eodem puncto ſpatii unicus ſit ſingularum partium ſolis radius, non erit calor vehemens, cum per radium directum id etiam fiat ut in ſingulis aëris partibus inveniantur radii pertinentes ad ſingulas partes ſolis, quælibet enim ſuum lumen producit in eo ſpatio ad quod duci poteſt linea recta, neque tamen eſt calor immodicus; ergo etiamſi per reflexionem idem fiat, non ſequetur maximus calor. Erit quidem major calor ſi reflexio fiat versùs eam partem aëris quæ eſt jam illuminata à ſole, ita ut in ea ſint radii directè à ſole producti & reflexi ab eodem ſole, ſed adhuc non erit intolerabilis ille calor.

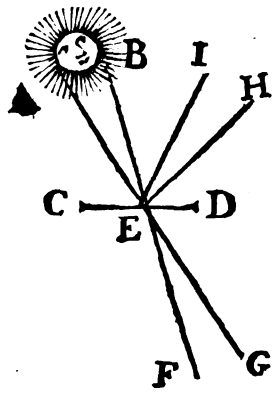
Si tamen adhibeantur plura ſpecula, etiam plana, poterit generari ignis ut dicemus.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

In ſpeculo plano idem accidit quod in foramine, ita ut in magna diſtantia à ſpeculo, radius ſolaris remiſſus ſit rotundus, & amplietur.

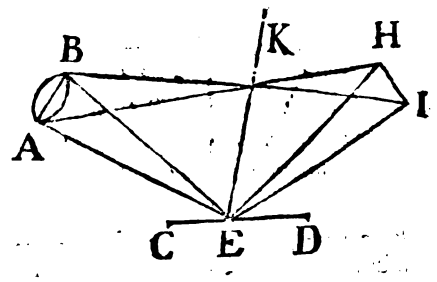
Sit ſol AB, ſitque ſpeculum CD, quod ſit minimum. Dico quod eodem modo quo ſi C D



eſſet foramen, radii ſolares in foramine interſecarentur, & poſt foramen iterum à ſe invicem recederent, ita ut fiant duo contrapoſiti coni, quorum vertex eſſet in foramine E, ita etiam fiat per reflexionem alius conus eundem communem verticem habens.

Demonſtratio. Cum enim in puncto E, tam deorſum, ſi ſupponatur eſſe foramen, fiant radij ad verticem æquales, quam ſurſum per reflexionem fiant anguli reflexionis, æquales angulis incidentiæ. Nam primò ſi radij AE, BE ſint in eadem ſuperficie reflexiva, erunt etiam, radii reflexi EI, EH in eadem ſuperficie. Quia autem anguli B E C, IED ſunt æquales, ſi ab illis auferantur anguli AEC, HED; remanebunt anguli A E B, I E H, æquales.

Si verò radii AE, BE ſint in diverſis planis reflexivis, hoc eſt radius AE (*per primam ſupp.*)



ſit in eodem plano ad ſuperficiem ſpeculi recto' cum ſuo reflexo EH, item BE ſit in eodem plano cum E I reflexo ſibi correſpondente. Sit communis ſectio illorum planorum linea K E, aſſumptoque in ea puncto K ducatur linea AKH item ex B per K, ducatur linea BKI, quæ niſi punctum K fuerit valde remotum ſecabunt radios reflexos in punctis H & I: jungantur lineæ HI, AB.

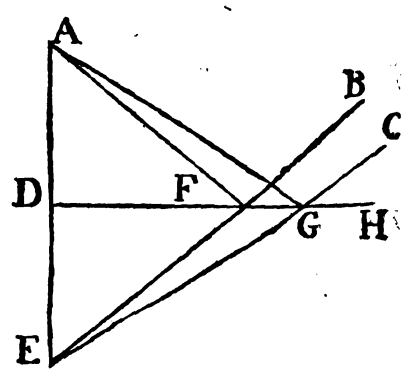
Demonſtratio. In triangulo AEH cum linea EK angulum AEH bifariam dividat, erit (*per* 3. 6.) ut AK ad KH, ita AE ad EH; pariter erit ut BK ad KI; ita BE ad EI. Sed in triangulis BKA, HKI anguli in K ſunt æquales: item lineæ BK, AK æquales ſunt: propter immenſam ſolis à puncto K diſtantiam; quare triangula AKB, HKI, fient proportionalia. Unde oſtendam triangula AEB, HEI eſſe proportionalia: ergo & angulos AEB, HEI eſſe æquales. Quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO VII.

Theorema.

In ſpeculis planis objectum videtur in concurſu radii reflexi cum catheto incidentia.

Sit objectum A, oculi B & C, cathetus inci-



dentiæ AD ſit radius reflexus FB, dico objectum videndum in concurſu radii FB cum catheto incidentiæ AD. Sint enim radii incidentes AF, AG, jungaturque linea EG.

Primò oſtendo radium BF concurrere cum AE. Nam (*per* 1. *ſupp.*) radius reflexus FB in eodem eſt plano cum radio directo, & cum perpendiculari AD quod requiritur ut concurrant; inſuper cum in triangulo ADF, anguli DFA, & ADF ſint duobus rectis minores, & angulus AFD (*per ſupp.* 3.) ſit æqualis BFG, & hic ſit æqualis oppoſito ad verticem DFE, erunt anguli DEF, DFE duobus rectis minores; & (*per* 11. *Axioma Eucl.*) linea DE, FE, concurrent.

Deinde

Digitized by Google

Deinde in triangulis ADF, EDF cum anguli ad D recti sint, & anguli AFD; EFD sint ostensi æquales, & linea DF communis (*per* 26.1.) erunt reliqua æqualia: atque adeo linea AD lineæ DE. Probo autem modò radium CG, productum concurrere cum BF in puncto E, & primò quidem (*per primam suppositionem*) radius reflexus CG est in eodem plano cum radio AG & perpendiculari AD, in quo etiam plano (*per* 2. 11.) invenitur linea EG. Secundò in triangulis E D G, ADG, cum latus DG sit commune, & AD, ED sint probata æqualia & anguli in puncto D recti erunt (*per* 4. 1.) anguli, EGD, AGD æquales; sed AGD supponitur (*per* 3. *supp.*) æqualis angulo CGH; ergo anguli EGD, CGH æquales; ergo addito communi EGH erunt anguli EGD, EGH qui sunt duobus rectis æquales, æquales duobus CGH, EGH; ergo (*per* 14. 1.) lineæ CG, GE, in directum cadent. Sed objectum videtur ab oculis positis in B & C. In concursu radiorum ad ipsos reflexorum: ergo objectum videtur in E. Immo si poneretur alter quicumque oculus, ostenderem ab ipso semper videri objectum in E, & quemcumque radium reflexum à quo videri possit punctum A, semper productum convenire in punctum E.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

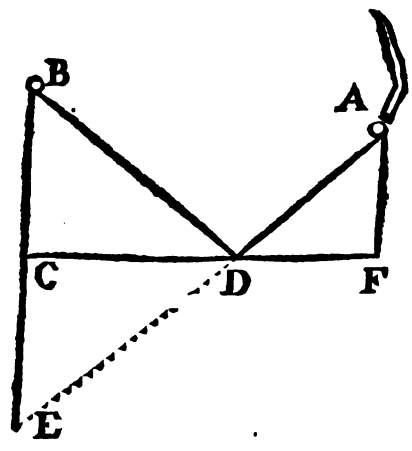
In speculis planis, locus in quo videtur objectum, tantùm immersus est intra profunditatem speculi, quantùm objectum extat supra superficiem speculi.

Hæc propositio est tantum corollarium præcedentis; ostendimus enim locum apparentem objecti esse punctum E, & lineas AD, DE, esse æquales. Ideoque locus apparens objecti, est in catheto incidentiæ, tantúmque distat à superficie speculi quantum ipsum objectum.

PROPOSITIO IX.

Problema.

Dato loco objecti, & oculo, assignare punctum reflexionis.



Sit datum objectum in A, & oculus B. Debet assignari locus reflexionis, ducatur ex puncto B perpendicularis ad planum speculi, sitque BCE; abscindatur linea CE, æqualis lineæ BC, ducaturque linea AE, secans speculum in C. Dico punctum D, esse punctum in quo fit reflexio.

Demonstratio. Ostendam sicut priùs angulos BDC, CDE esse æquales. (*per* 4.1.) & angulos CDE, ADF, oppositos ad verticem esse æquales; ergo anguli ADF, BDC, erunt æquales. Ergo lumen propagatum per AD, reflectetur in B. Quod erat demonstrandum.

Hæc propositio usui potest esse in tudiculari ludo. Si quis enim reflexè globo A, velit attingere globum B, & quærat locum in quo fieri debeat reflexio, ad hoc ut attingat globum B, ducat ad superficiem planam reflectentem perpendicularem BC, quæ ulteriùs producatur, ita ut sit CE, æqualis ipsi BE; dico si ex A, collimet rectà in E, quod reflexio attinget punctum B, attinget autem punctum B, si anguli A D F, B D C sint æquales, erunt autem æquales cum uni tertio nempe angulo CDE æquales sint. Ut superius probavi.

PROPOSITIO X.

Theorema.

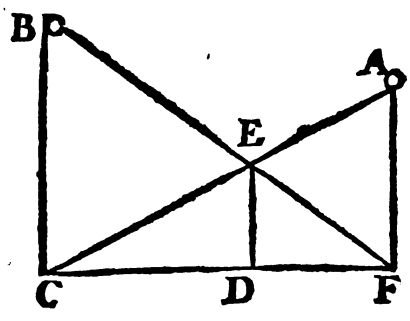
In speculis planis catheti incidentiæ, & reflexionis radiis incidenti, & reflexo item distantiis cathetorum à puncto reflexionis sunt proportionales.

In superiori figura sint catheti incidentiæ BC, reflexionis AF; item radius incidentiæ BD, reflexionis DA, item distantia catheti incidentiæ à puncto reflexionis CD, & distantia catheti reflexionis ab eodem puncto reflexionis sit FD. Dico ita esse BC ad AF; sicut BD ad AD, & sicut CD ad FD.

Demonstratio. Triangula BCD, AFD sunt æquiangula, cùm anguli C, & F sint recti, & anguli BDC, ADF sint æquales (*per supp.* 2.) quare (*per* 4.6.) ita erit BC ad AF, sicut BD ad DA, & sicut CD ad FD. Quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Hâc suppositâ propositione, alio modo inve-



niemus punctum reflexionis. Sit enim pariter globo A attingendus per reflexionem globus B. Sint ductæ catheti incidentiæ AF, reflexionis BC, ducantur BF, AC, se intersecantes in E, ducatur perpendicularis ED. Dico punctum E, esse punctum reflexionis. Cum enim BC, ED, sint parallelæ erunt triangula DEF, FCB æquiangula, & (*per* 5. 6.) proportionalia, quare ita erit DF ad DE, sicut CF ad CB; pariter erit ut DE ad CD, ita AF ad CF, sunt igitur 6, quantitas in pertur-

Digitized by Google

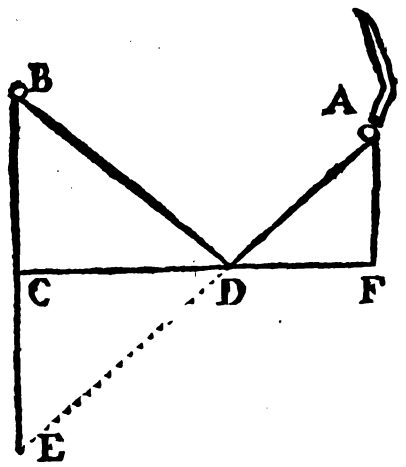
bata ratione quas ita disponere possumus DF,DE, CD, AF, CF, CB. Quare ita erit DF ad CD ; ut AF ad CB; sed distantiæ cathetorum à puncto reflexionis sunt proportionales ipsis cathetis: igitur DF, & CD, sunt illæ distantiæ: Quare punctum D,est punctum reflexionis.Quod erat ostendendum.

PROPOSITIO XI.

Theorema.

Distantia imaginis ab oculo, componitur ex radiis incidentia, & reflexionis.

In penultima figura locus imaginis objecti B, respectu oculi A, est punctum E, cujus distantia



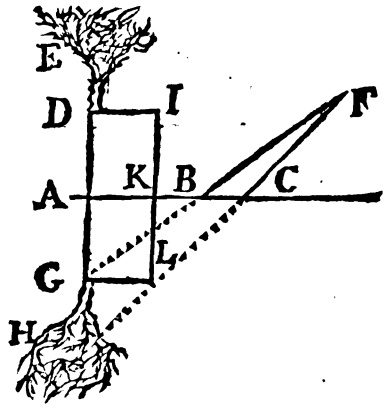
ab oculo est AE, sed AE, componitur ex AD radio reflexo, & DE, quam ostendimus æqualem esse radio incidenti BD; ergo distantia imaginis ab oculo, componitur ex radiis directo, & reflexo. Quod erat ostendendum.

PROPOSITIO XII.

Theorema.

In speculis planis horizontalibus, altitudines verticales, eversæ apparent.

Sit speculum horizontale AB,qualis est nempe aqua restagnans; sitque altitudo verticalis ut do-



mus, aut arbor ADE, à cujus singulis punctis intelligantur duci perpendiculares ad planum speculi, sitque puncti D perpendicularis D G, ita ut æquales sint lineæ AD, AG, item sit perpendicularis AE, cui sit æqualis AH. Dico hanc altitudinem videri inversam ab oculo in F posito.

Demonstratio. Altitudinem AE, eversam apparere est punctum E, quod realiter magis distat à centro terræ, apparere in loco viciniori centro terræ, & punctum D, minùs remotum ab eodem, apparere in loco altiori, quam punctum E, sed hoc accidit; nam (*per 9.hujus*) objectum tantum videtur intra profunditatem speculi, quantum extat supra speculum, sed punctum E, magis distat à speculo, quam punctum D: ergo videbitur in loco magis etiam distanti ab ipso speculo, sed versùs aliam partem: ergo altitudines verticales in speculis planis horizontalibus videntur eversæ. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XIII.

Theorema.

In speculis planis, magnitudines speculo parallelæ, etiam apparent eidem parallelæ.

Sit speculum AB, magnitudo DI ipsi parallela, dico si spectetur reflexè ab oculo F, talem magnitudinem eidem speculo videri parallelam. Ex D & I, & aliis quibuscúmque punctis, ducantur perpendiculares DAG, IKL ita ut DA,AG; IK,KL, sint æquales.

Demonstratio. Punctum D (*per 9.hujus*) videbitur esse in D & I in L,ideóque apparentia magnitudinis DI, est GL; sed DA, IK sunt parallelæ (*per 14.11.*) cum sint perpendiculares ad idem planum speculi. Item DI, IK supponuntur parallelæ, igitur AI est parallelogrammum & (*per 34. 1.*) DA, KI sunt æquales. Igitur & æquales erunt AG, KL, quæ etiam sunt parallelæ:ideóque (*per 32. 1.*) AK, GL erunt parallelæ.

Dum autem dixi apparere parallelas, intelligendum quod appareant eodem prorsus modo quo si in GL, esset realiter magnitudo speculi AB parallela, quæ spectaretur directè ab oculo F, sæpe enim posset accidere aliqua fallacia, quæ non oritur præcisè ex reflexione, hoc est quæ tam bene esset si spectaretur objectum directe ex puncto F, quod esset in GL.

PROPOSITIO XIV.

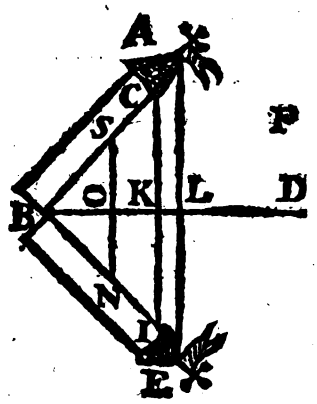
Problema.

Magnitudines realiter ad speculum inclinata reflexè spectata ad idem speculum inclinata apparent.

Sit magnitudo AB ad speculum BD inclinata, ita ut angulus ABD sit acutus, dico pariter eodem modo hanc magnitudinem ex alia parte visum iri inclinatam, sit enim oculus in puncto F, ducanturque CKI, ALE, ita ut tam lineæ CK,KI; quàm LA, LE sint æquales (*per 9.hujus*) punctum C, apparebit in I, & punctum A, in E punctum autem B, in proprio loco. Igitur linea BI, erit apparentia lineæ CB.In triangulis autem CBK,IBK, cum anguli in puncto K sint recti, lineæ CK, KI æquales

Digitized by Google

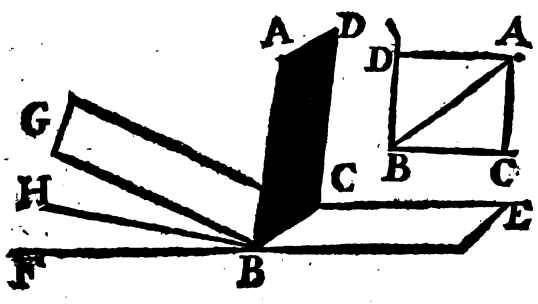
æquales & KB communis, erunt anguli CBL, IBK æquales. Quare erunt inclinationes eædem.



Quod si aliquis dubitet lineam CB, apparere reflexè per modum lineæ, hoc ita demonstrabo. Sumatur quodcumque punctum S, à quo ducatur perpendicularis SON, sintque SO, ON æquales: punctum S, apparebit in N. Dico puncta B, N, I, constituere unam lineam rectam. Cum enim duæ rectæ SN, CI, sint ad idem planum rectæ (*per* 14. 11.) eruntque tam anguli NIK, IMO; quam KCS, OCS duobus rectis æquales (*per* 29. 1.) est autem angulus BSO, (*per* 28 1.) angulo KCS æqualis, & (*per* 4. 1) anguli SCK, NIK, sicut BSO, BNO æquales, igitur anguli BNO, INO; sunt duobus rectis æquales; quare (*per* 14. 1.) BN NI, unam lineam constituent, idem ostendam de quibuslibet aliis punctis lineæ BC. Igitur lineæ rectæ reflexè videntur in speculis planis, sicut lineæ rectæ.

COROLLARIUM I.

Ex hoc vides rationem quare si sit speculum ad



pavimentum inclinatum, pavimentum appareat ex alia parte inclinari. Ut si sit speculum ABC, ad planum horizontale BE inclinatum, ita ut angulus DCE sit acutus, pavimentum reflexè spectatum videbitur assurgere, immo duplò, ita ut si angulus DCE, deficiat à perpendiculari uno gradu; imago pavimenti assurgat duobus gradibus. Sit enim angulus DCE 89 graduum, erit angulus ABF 91 graduum, angulus autem ABE est 89 graduum, (*per præcedentem*) & distantia à 91, sub quo angulo apparere deberer si maneret hoc planum, est duorum graduum: ergo mutatur apparentia duobus gradibus, cum inclinatur speculum tantum uno gradu.

COROLLARIUM II.

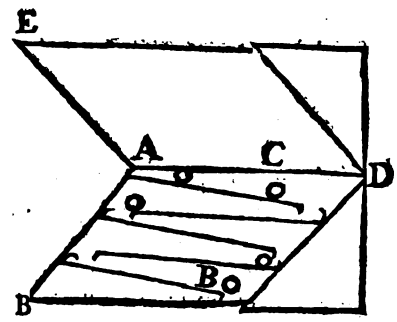
Sequitur item ex eo, quod si speculum sit inclinatum ad horizontem, angulo semirecto seu 45 graduum, quod magnitudines horizontales apparebunt verticales; & vicissim verticales horizontales. Ut si planum speculi sit AB planum horizontale, quod cum tali speculo comprehendit ex suppositione angulum ABC semirectum, habebit imaginem quæ cum eodem comprehendat angulum semirectum ABD, ergo totalis angulus CBD rectus erit; ergo imago BD, apparebit cum horizonte angulum rectum comprehendere, hoc est erit verticalis. Idem dico de objectiva magnitudine AC, quæ cum sit verticalis, cum eodem speculo angulum semirectum comprehendet, atque adeo ejus apparentia erit DA, ita ut angulus DAC, sit compositus ex duobus semirectis, atque adeo rectus sit, unde imago DA erit horizontalis.

COROLLARIUM III.

Quod dixi de verticalibus magnitutinibus, dicendum etiam est de speculo verticali, sed inclinato diversimodè ad aliud planum verticale, v. g. ad murum, si speculum sit ad parietis planum perpendiculare, imago parietis, perpendicularis apparebit, si moveatur speculum, mutèturque inclinatio cum pariete objectivo; imago parietis duplò mutet suam inclinationem cum eodem pariete objectivo, quæ omnia ut meliùs conciperentur, sumendum esset speculum præ manibus; difficilè enim est hic semper figuras solidas bene repræsentare.

COROLLARIUM IV.

Ex hac propositione poteris in speculo exhi-



bere, ea quæ gravitatis motu descendunt, ascendere. Ingeniosum, & jucundum est illud genus horologij automati, in quo globulus æneus per helicem descendit, donec incurrat in elastetium; quo magna vi in altum remittitur, unde rursus descendat, & ita deinceps, quamdiu elasterii adducti vires sufficient. Quod etiam pondere aliquo perfici posset, plura visuntur hujusmodi hîc Lugduni apud Dominum Deservieres virum nobilem, & in omni machinarum genere versatissimum. Inter multa unum est in pulpito declivi in quo nempe regulæ ligneæ globulos descendentes una post aliam excipiunt. Tale exhibetur in AB, nempe egrediebatur globulus per foramen A, indeque postquam omnes regulas percurrit ingreditur pulpitum per foramen B, & ab elasterio, sursum producitur in A. Quæritur methodus quâ globus A descendens, possit videri ascendere. Apponatur speculum DE, quod cum plano AB, angulum tantisper acutum comprehendat, & talem ut imago plani AE appareat verticalis, tunc partes B remotiores, in superiori parte speculi apparebunt; igitur cum globus C, feretur ab A ad B, videbitur in speculo ascendere, poteritque fraus latere, si totum artificium capsâ occultetur respiciaturque per foramen.

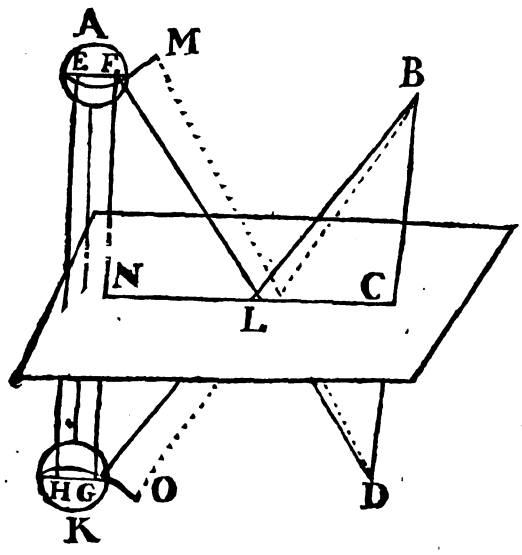
Digitized by Google

PROPOSITIO XV.

Theorema.

Eandem omnino objectum habet magnitudinem apparentem, & partium diſpoſitionem dum reflexè ſpectatur ac ſi directè ſpectaretur ex puncto catheti reflexionis æquè diſtante à ſpeculo, ac oculus; niſi quod dextra in ordine ad reſpicientem ſint ſiniſtra.

Sit objectum quodcumque verbi gratiâ ſphæra A, quæ ex puncto B reflexè ſpectetur, ſitque cathetus reflexionis BC, punctum D tantum diſtet à ſuperficie ſpeculi, quantum oculus B, dico



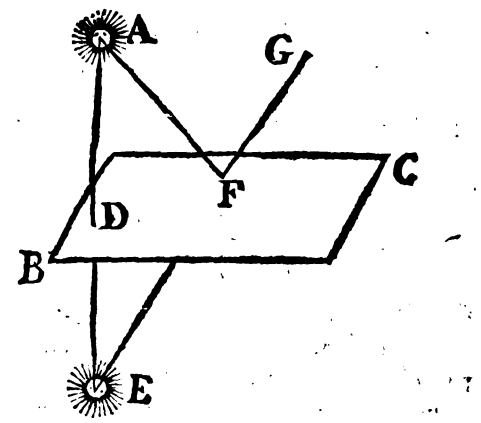
eodem prorſus modo, quoad magnitudinem, & partium diſpoſitionem videri ſphæram A, reflexè ab oculo B, quo videretur directè ab eo cujus oculus eſſet in puncto D catheti reflexionis, ita ut lineæ BC, CD ſint æquales. Nam ex ſingulis punctis ſphæræ, ducantur perpendiculares ad planum ſpeculi, quæ ulteriùs producentur, ita ut partes intrà ſpeculum, exiſtentibus extra ſpeculum ſint æquales, ex hac parallelarum productione generabitur figura omninò ſimilis objecto, quod oſtendi facilè poſſet. Ut ſi à lineæ EF objectivæ punctis E & F ducantur perpendiculares, quæ inter ſe erunt parallelæ, oſtendam facilè lineas HG, EF, aut eſſe parallelas, aut ſimiliter inclinatas, tanta etiam eſt diſtantia oculi B, à ſingulis punctis ſphæræ apparentis, K, quanta eſt, puncti D, à ſphæra reali A. Sit enim punctum F. Cum ut jam probavimus ſupra, lineæ GN, NF, ſint æquales, item lineæ LB, LD, eodem modo probari poſſint æquales; ob æqualitatem angulorum in punctis C, & L, & linea CL communis, erunt lineæ DLF, BFG æquales, quod probari poteſt de omnibus aliis punctis ſphæræ A, & correſpondentis imaginis K. Denique ſi eſſet aliqua linea FM, quam volui ſeparatim ponere, ut melius appareret, quæ ſub aliquo determinato angulo videretur, ex puncto D, aſſero ejus imaginem viſum iri ex puncto B, ſub eodem angulo. Cum enim jam probaverim ductis perpendicularibus lineam GO, quæ ducitur per extremitates illarum perpendicularium, eſſe æqualem lineæ FM, oſtenderim item lineas BG, DF, item BO, DM, eſſe æquales, & baſes GO, FM ſint æquales (*per 7. primi*) erunt anguli GBO, FDM æquales, ideoque non tandum erunt imagines æquales objecto, ſed etiam æquales apparebunt reſpectu oculi in puncto B exiſtentis, ipſi objecto reſpectu oculi in D, exiſtentis quod erat demonſtrandum.

Unum tantum ſupereſt nempe dextra apparere ſiniſtra, quod non eſt tam verum abſolutè, quam reſpectivè, eò quòd ipſe videns alio modo ſe habeat. Nam dum eſt in puncto D, ut ſpectaret directè objectum A, partes E haberet ad lævam, partes verò F ad dextram, ſi verò mutet ſitum, ſitque alio modo obverſus, dum reflexè ſpectabit idem objectum A ex puncto B, fieri poterit ut ita obvertatur ut habeat partem E ad dextram & partem F ad ſiniſtram, tunc etiam imago partis E dextra erit, & imago partis F ſiniſtra erit, & videbitur mutaſſe ſitum. Unde potiùs eſt mutatio reſpicientis, quam mutatio imaginis. Qui ſe in ſpeculo reſpicit, videt imaginem ſuæ dextræ ad partem dexteram ſpeculi, & ſuæ ſiniſtræ ad ſiniſtram partem. Dicuntur tamen dextra ſiniſtra, quia ſi ſe ſiſteret in loco imaginis, & ſe converteret contrario modo, manus dextra tunc occuparet locum manus ſiniſtræ imaginis.

PROPOSITIO XVI.

Theorema.

Objectum eodem modo radiat reflexè, quo directè radiaret, ſi mutaret locum cum ſua imagine.



Sit ſol in puncto A, ſpeculum BC, cathetus incidentiæ ADE, lineæ AD, DE æquales, & conſequenter (*per 9. hujus*) punctum E, locus imaginis, dico ſolem eodem modo propagare ſuos radios per reflexionem à ſpeculo BC, ac radiaret directè ſeu per radium directum, ſi ſublato ſpeculo collocaretur in puncto E. Sumatur aliquod ſolis punctum A, Dico illud eodem modo radiare per reflexionem, ſeu eoſdem & totidem habere radios reflexos, quot produceret directè, ſi eſſet in puncto E ſibi correſpondente. Sit enim radius incidens AF, radius reflexus FG (*per 8 hujus*) productus attingit cathetum incidentiæ in loco imaginis; ergo radius reflexus FG, directè tendit in punctum E; ergo ſi punctum A directe radiaret, propageret radium per lineam FG. Idem probari poteſt de quocumque alio radio reflexo, producto à puncto A; ergo quilibet radius reflexus puncti A, talis eſt & ita ſe habet ac ſi punctum A, permutaret locum cum ſua imagine.

Quod autem dixi de puncto A, intelligendum etiam de quolibet alio puncto ipſius ſolis, cũ igitur nulli ſint radii reflexi niſi collectio omnium radiorum, omnium & ſingulorum punctorũ ipſius

ſolis

ſolis, nec ulli radii directi ſole conſtituto in loco imaginis, quam qui ex ſingulis, & omnibus ejus punctis emitterentur, ſol eodem modo radiabit reflexè, & ejus radii reflexi eodem modo ſe habebunt, quoad divaricationem, conformationem, quo ſe habuiſſent radii directi, ſi in loco imaginis eſſet conſtitutus, quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM I.

Ex eo ſequitur quod ſi ſumatur unicum tantum punctum ſpeculi quod in eo ſit vertex coni reflexivi ſicut oſtendimus, quod ſumpto foramine per modum indiviſibilis, in eo producatur per decuſſationem radiorum conus aliquis luminoſus: igitur idem accidet in radiis luminoſis ab eodem ſpeculi puncto reflexis. Secundò probavimus per foramen multilaterum in maxima ab illo diſtantia fieri conum aliquem phyſicè perfectiorem, quò magis à foramine receditur. Ita etiam dicendum eſt in magna à ſpeculo etiam multilatero diſtantia, radios ſolis remiſſos exhibere conum ſatis perfectum, ex cujus ſectione oriantur ſectiones conicæ, nempe circulus, Ellypſis, parabola, hyperbola. Diximus item quod in foramine ita diſpenſaretur lumen ut non habenda eſſet ratio diſtantiæ ab ipſo ſole; ſed ab ipſo foramine, quod explicandum eſt præcipuè verò, ſi nullam habeat rationem cum diſtantia.

COROLLARIUM II.

Docuimus modum obſervandi Eclypſes, aut maculas ſolares tranſmiſſo ſolis radio per foramen, quia tamen non bene apparent hujuſmodi maculæ niſi in maxima à foramine diſtantia; excipiatur radius, ut 20 aut triginta pedum; difficile autem ſit invenire conclavia quæ tantum habeant longitudinem, ſecundum directionem radii ſolaris; ſpeculo plano facilius id exequi poſſumus, cum enim ex varia mutatione, & inclinatione ſpeculi ferè in omnem partem radium remittere poſſimus: non erit difficile illum ſecundum longitudinem porticus longiſſimæ dirigere.

Notandum tamen quod duplici modo poſſit excipi radius ſolaris ſpeculo ad hoc ut remittatur longiſſimè. Primus modus erit ſi radius ſolaris jam tranſmiſſus ſit per foramen, ita ut partes diverſæ ſpeculi diverſis partibus ſolis illuſtrentur, & in hoc caſu, ſi detur vel leviſſima in ſpeculo bulla, aut macula, hæc in radio excepto apparebit; ſi verò totum ſpeculum, aut à ſingulis partibus ſolis illuminetur etiamſi in ſpeculo eſſet aliquis nævus, non tamen in radio excepto appareret, ſicut non apparet corpus opacum minutum etiamſi pendeat in foramine.

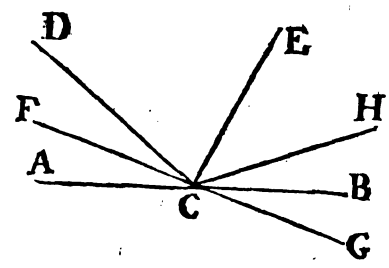
COROLLARIUM III.

Ea tranſmiſſi ſolaris radii per foramen ſimilitudo cum eodem radio, ab eodem ſpeculi puncto, reflexo, eſt fundamentum totius Catoptricæ horariæ; ſicut enim objectorum foris poſitorum radii per foramen tranſmiſſi, in planis oppoſitis eorum imagines exhibent, ita ut ſi cœlum diſtinctione colorum niteret; apparerent omnes circuli, quos ſol radio etiam tranſmiſſo quaſi ſua imagine percurreret. Et hoc poni poteſt tanquam primum perſpectivæ horariæ directæ, ſeu Gnomonices fundamentum, ita etiam ſi cœlum eandem colorum diſtinctionem haberet, & in ſpeculum aliquod ſatis parvum radios emitteret, illi reflexi cœlorum, & totius Sphæræ effigiem in occurrentibus corporum ſuperficiebus exhiberent; & iterum radii per foramen emiſſi, quia poſt interſectionem æquales angulos ut oppoſitos ad verticem comprehendunt, ita etiam radii reflexi æquales angulos comprehendunt ac radii eorum incidentes: igitur poteſt cogitari ſphæra reflexa, cujus centrum ſit ſpeculum, & pro varia inclinatione ſpeculi, quæ in alias & alias partes dirigatur. Sed hæc minutius perſequi non libet, meliùs enim dicentur in horographia reflexa.

PROPOSITIO XVII.

Theorema.

Si ſpeculi plani inclinatio varietur uno gradu, radius reflexus, ejuſdem, & immoti radii incidentis, duobus gradibus mutabitur.



Sit ſpeculum A B, v. g. horizontale in cujus punctum C, incidat quilibet radius DC, reflectatur autem in CE; inclinetur tantiſper ſpeculum, ita ut ſit F G, ſitque angulus inclinationis A C F, unius gradus; dico radium reflexum C E, deſcenſurum in H, ita ut ſit CH, & angulus E C H, ſit duplus anguli FCA.

Demonſtratio. Anguli ACD, ECB, ſunt æquales (*per 2. Supp. hujus*) ſed angulus DCF, minor eſt uno gradu angulo D C A; ergo & angulo E C B, minor erit uno gradu. Cum autem angulus BCG, ſit æqualis ſibi oppoſito ad verticem angulo ACF, angulus ACG, adhuc major erit in uno gradu, quã angulus ECG; ergo angulus ECG excedit duobus gradibus angulum DCF: ſed angulus reflexionis B C G debet eſſe æqualis angulo incidentiæ DCF; ergo debet eſſe minor quam angulus ECG duobus gradibus. Quod erat demonſtrandum.

Ex hac propoſitione deducitur, quod ſi moveatur ſpeculum; duplò plus movebitur radius reflexus, ſi trepidet ſpeculũ dupla erit radii reflexi trepidatio. Ex quo potes deducere rationẽ, quare radius ſolaris à fluminibus etiam leviter fluentibus remiſſus, ita agitetur & moveatur, ut ex vel leviſſima aquæ criſpatione, in immenſum pene excurrat. Duæ illius ſunt cauſæ; Prima petitur ex magna diſtantia à puncto reflexionis, ita unius, vel alterius gradus mutatio magnum tamen in objecto corpore ſpatium ſibi vendicat, alia verò petitur ex hac propoſitione, quod mutatio ſpeculi duplò majorem in radium mutationem inducat.

Ex iſto theoremate hoc ad praxin deduci poteſt. Solent qui in arce aliqua obſidentur, dum de ſubterranea foſſione, & occultis cuniculis dubitant, tympana variis locis, adjectis ſupra calculis diſponere, ut ex calculorum ad ſingulos tuditum ictus ſubſultatione, de rei veritate certi fiant.

Alii etiam vaſa aqua implent, ſed hæc ratio in locis apertis non ſuccedit, leviſſimus enim auræ flatus, ita aquam criſpat, ut nullum ex eo indicium accipi poſſit. Quare judicarem ſpecula ita diſponenda eſſe, ut radius ſolaris reflexus in locum ſatis

Digitized by Google

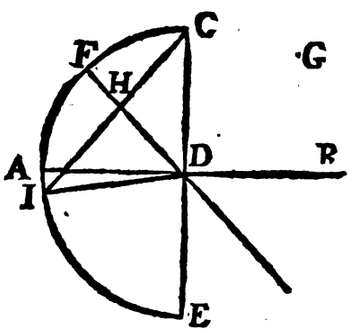
diſſitum, & obſcurum remittatur, leviſſima enim ſpeculi commotio inſignem in radio motum produceret.

PROPOSITIO XVIII.

Theorema.

Moto in orbem ſpeculo, apparenter movetur objectum, in orbem; illiúſque motus, duplus eſt motus ſpeculi.

Sit ſpeculum AB, objectum C, oculus G, dico ſi inclinetur ſpeculum ſeu moveatur in orbem videndum etiam moveri objectum in orbem. Ducatur enim ex puncto C cathetus C D, ſitque CD



æqualis ipſi DE, objectum videbitur in puncto E (*per* 8.*hujus*) inclinetur ſpeculum quolibet angulo FDA, & ex C, ducatur cathetus CH, ſitque C I, æqualis lineæ CH, videbitur objectum in puncto I, ducatur linea I D; dico lineam I D, æqualem eſſe lineæ DE; & angulum IDE, motûs apparentis objecti, duplum eſſe anguli ADF, quo motum eſt ſpeculum.

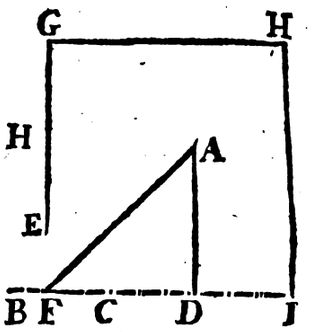
Demonſtratio. In triangulis D H C, D H I, rectangulis in H, cum latus AD ſit commune, & lineæ HC, HI, æquales ex conſtructione (*per* 4.1.) erunt baſes DI, DC æquales; ſed DC, æqualis eſt lineæ DE, ergo tres lineæ D C, D I, D E ſunt æquales; igitur ſi ex E, ut centro deſcribatur circulus, is per puncta I & C tranſit. At verò cùm angulus D H C rectus ſit; reliqui duo H C D, HDC, erunt uni recto ſeu angulo ADC æquales; & ablato communi angulo F D C, erunt anguli DCH, ADH æquales: ſed (*per* 20.3.) angulus IDE ad centrum, duplus eſt anguli ICD ad peripheriam; igitur angulus IDE, quo motum eſt objectum; duplum eſt anguli A D H, quo motum eſt ſpeculum, quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XIX.

Thoerema.

Fieri poteſt ut aliquis ſeipſum non videat in ſpeculo, ſed ea quæ foris geruntur.

Ad hoc ut aliquis ſeipſum non videat, requiritur ut nullus à ſe in ſpeculum propagatus radius, ad ipſum reflectatur; ſed hoc poſſibile eſt, quoties enim ſpeculum ita erit diſpoſitum, ut radius ductus ſit obliquus, nulluſque duci poſſit perpendicularis, qui non cadat extra ſpeculum, ſpecula enim infinita non ſunt; toties nullus radius remittetur ad videntem: ergo ſeipſum non videbit, ſed ea objecta aliquando quæ foris erunt, ut



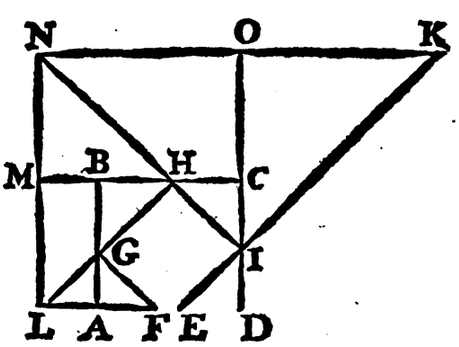
ſi ſit oculus in puncto A ſpeculum BC, ita diſpoſitum, ut perpendicularis ducta ad planum ſpeculi productum, non cadat in ipſum ſpeculum; non ſe videbit. Nam radii omnes à puncto A, emiſſi ad ſpeculum cum ejus plano angulos acutos comprehendent, atque adeo (*per* 2.*Suppoſ.*) reflectentur ex parte anguli obtuſi AEB. Quod ſi eſſet cubiculum FGHI, in cujus feneſtra FE, eſſet ſpeculum, poſſet ea videre quæ foris geruntur. Sed hæc facilia ſunt.

PROPOSITIO XX.

Theorema.

Quoties objectum per plures reflexiones videtur, ejus diſtantia ab oculo æqualis eſt omnibus radiis incidentiæ, & reflexionis ſimul ſumptis.

Sint tria ſpecula A B, B C, C D, ſit objectum F, oculus E, videatúrque objectum F, per tripli-



cem reflexionem, factam nempè in punctis G, H, I, ſintque omnes radii, tam incidentiæ quam reflexionis FG, GH, HI, IE, dico objectum F, viſum iri in puncto K, ita ut linea E I K ſit æqualis, omnibus radiis FG, GH, HI, IE ſimul ſumptis. Ab objecto F, ducatur cathenus FA, ad planum ſpeculi AB, ſintque AF, AL æquales; item ex L, ad planum ſpeculi BC, ducatur cathetus LM, ſintque LM, MN æquales; item ex N, ducatur ad planum ſpeculi C D cathetus NO, ſintque NO, N K æquales.

Demonſtratio. Quoniam F A, eſt cathetus reſpectu ſpeculi AB, & L, locus imaginis radius reflexus GH, eodem modo propagabitur ac ſi procederet ex puncto L, (*per* 17.*hujus*) quia autem LM, eſt cathetus incidentiæ puncti L, reſpectu ſpeculi BH, ſi objectum eſſet in L, radius reflexus H I, eodem modo propagaretur, ac ſi objectum eſſet

Digitized by Google

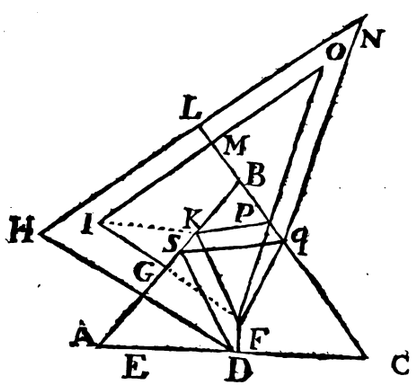
eſſet in N, pariter oſtendam eodem modo propagari radium E I, ac ſi objectum exiſtens in K illud produceret; ſed E K, eſt æqualis omnibus radiis F G, G H, H I, I E; nam in triangulis A G F, A G L (*per* 4.1.) lineæ L G, F G ſunt æquales; ergo additâ communi G H, erunt F G, G H, ſimul æquales L H, oſtendam autem (*per* 4.1.) lineam H N, æqualem eſſe lineæ L H, igitur N H æqualis erit radiis A G, G H, & additâ communi H I; erunt tres radii F G, G H, H I, æquales lineæ N I. Sed linea N I, pariter æqualis oſtendetur lineæ I K; ergo additâ communi E I, erunt radii F G, G H, H I, I E ſimul æquales lineæ E K; quod erat oſtendendum.

PROPOSITIO XXI.

Problema.

Specula ita diſponere, ut imago ſublimis, & volans videatur.

Hoc problema plus admirabilitatis habet dum nudè proponitur, quam dum executioni mandatur: ſi enim videretur imago, in aëre extra ſpeculum, benè quidem, hoc mirabile videretur; ſed quod ita diſponatur ſpeculum, aut plura ſpecula, ut in eo ſitum mutent, hoc ferè jam explicuimus. Uno ſpeculo enim oſtendimus, (*pro p.* 15. *hujus*) quod ſi ſpeculum ſit inclinatum ad horizontem gradibus 45. imagines objectorum verticalium horizontales apparebunt, ſi magis inclinetur tunc incipient everti, ita ut ſi ſpeculum horizontale ſit, jam incipiant everſæ apparere, ut etiam oſtendimus, quare reſtat ut id cum Vitellone & Alazeno, duobus ſpeculis præſtemus. Sit triangu-



lum A B C rectangulum, quomodocúmque ſe habens ad horizontalem D E, ſitque reſpiciens D F, in planis rectanguli diſponantur duo ſpecula, in locis idoneis, ſitque primò in plano A B ſpeculum A G, ducantur perpendiculares D A H, F G I, ſintque D A, A H æquales, erúntque H & I, loca imaginum, punctorum D & F, ſeu pedum & capitis: ducantur ex H & I ad planum B C catheti H L, I M ſintque H L, L N, I M, M O, æquales. Ex N & O, ducantur ad oculum F, lineæ N F, O F, ſecantes planum B q in P, q, in quibus punctis appendatur ſecundum ſpeculum, dico hominem E F, viſurum ſuam imaginem in O, N, ita ut O, ſit imago puncti F, ſeu capitis, & N puncti D ſeu pedum.

Demonſtratio. Cum enim linea D A, ſit cathetus incidentiæ, & D A, A H, æquales (*per* 9. *hujus*) H eſt locus imaginis, & omnis radius reflexus dirigetur ad punctum H, ideóque punctum D, eodem modo radiabit reflexè per radium S q, ac ſi eſſet in puncto H; pariter quia H L, eſt cathetus incidentiæ & H L, L N ſunt æquales, eodem modo punctum H, radiaret reflexè in ſpeculum P q, ac ſi eſſet in O; ergo punctum D, eodem modo radiat per duplicem reflexionem in oculum E, ac ſi eſſet in N, & directè radiaret; ergo punctum D, videbitur eſſe in N. Eodem modo oſtendam caput F, videri per duplicem reflexionem in puncto O; quod erat demonſtrandum. Melius ſuccedet ſi angulus ſpeculorum fuerit acutus.

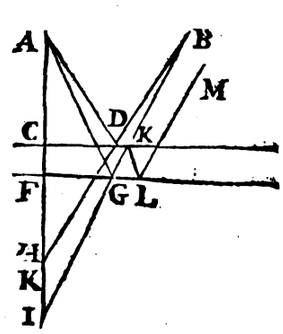
PROPOSITIO XXII.

Theorema.

Uno ſpeculo multiplicari poteſt objectum.

Primò ex iiſdem cauſis ex quibus contingit multiplicari objectum directè, contingere poteſt, ut per reflexionem multiplicatum appareat. Cum eodem enim prorſus modo radiat in oculum, & videtur, ac ſi re vera eſſet intrà ſpeculum in loco illo quem aſſignavimus imagini (*per* 17. *hujus*) ſed ſi revera in eo loco exiſteret, videri poſſet geminatum, ſi ex magna diſtantia per plura exigua foramina ſpectaretur, aut ſi axes Optici ab eo aberrarent, ita ut non inveniretur in plano horopteris, aut ex compreſſione unius oculi; poteſt etiam ex iiſdem cauſis accidere in uno ſimplici ſpeculo objecti multiplicatio.

Eſt tamen alia peculiaris multiplicatio in communibus ſpeculis vitreis, quæ oritur ex eo quod duplex fiat reflexio, una in prima ſuperficie vitri & ſpeculi, alia verò in ſuperficie interiori folio



ſtanneo terminata. Ut ſit objectum A, oculus B, ſitque prima ſpeculi vitrei ſuperficies C D, ſecunda F G, ducatur cathetus incidentiæ A C, ſintque A C, C H æquales, item A F, F I, ſint etiam æquales, (*per* 9. *hujus*) vi primæ reflexionis factæ in ſuperficie C D, objectum videbitur in puncto H, vi autem reflexionis ſecundæ idem objectum videbitur in puncto I: igitur objectum A, per reflexionem in ſpeculis communibus factam multiplicatum apparet.

COROLLARIUM I.

Differentia locorum apparentium ob duplicem reflexionem dupla eſt craſſitiei ipſius ſpeculi, cum enim exceſſus lineæ A F, ſupra lineam A C, ſit C F, & idem ſit exceſſus lineæ F I, ſupra lineam C H, exceſſus lineæ A I ſupra A H, id eſt H I, duplus erit exceſsûs lineæ A F ſupra A C, id eſt lineæ C F, quæ eſt craſſities ſpeculi, quod erat demonſtrandum.

COROL

COROLLARIUM II.

Si obliquè ad ſpeculum objectum reflexè ſpectetur, major apparebit hæc duplicis imaginis diſtantia, nam quò erit viſus obliquior ad ſuperficiem ſpeculi C D, eò magis directè ſpectabit lineam A I, & conſequenter lineam H I: ſed quò magis directè ſpectatur aliqua magnitudo, eò cæteris paribus major videtur; ergo quò obliquior erit aſpectus in ordine ad ſpeculum, eò major apparebit locorum imaginis differentia. Ex hoc deduces facilè rationem quare in craſſioribus ſpeculis Venetianis vix advertatur hujuſmodi differentia. Primò quia ea ferè quæ hoc modo ſpectantur, directè ut plurimum ſpectantur, ideóque tanta non eſt, aut potius differentia locorum imaginum minor apparet. Secundò una ex his reflexionibus debilior eſt alia, quæ enim fit in prima vitri ſuperficie, paucioribus conſtat radiis; cum enim vitrum ſit capax luminis, ferè totus radius illud ſubit, & non multum reflectitur in prima ſuperficie.

COROLLARIUM III.

Non ſolum geminatur objectum in ſpeculis vitreis, ſed etiam triplicatur, & quadruplicatur; animadverti non poteſt niſi in ſpeculis craſſioribus, & quando ſpectatur obliquè ad ſpeculum objectum illuſtre, qualis eſſet de nocte fax accenſa. Mirabar ego in tali ſpeculo me quatuor, & etiam plures ſpectare lucernæ flammas; ſemper quo ad intenſionem decreſcentes, cujus experientiâ etiam irrefragabili confirmabo, reflexionem ſemper aliquam fieri non ſolum quando radius luminis procedit à medio rariori ad denſius, ſed etiam quando fit tranſitus à medio denſiori ad rarius. Ut ſi ſimplex vitrum duabus conſtans ſuperficiebus, elaboratis quidem & complanatis, non tamen ullo modo (ut vocant) terminatis, animadvertes duplicem fieri reflexionem; hoc melius animadvertes in priſmate triangulari vitreo, in quo animadvertes, non tantum fieri reflexionem in ſuperficie illa quæ foris eſt ſed etiam in aliis. Item ſi præ manibus verſes lentem vitream utrímque convexam, non tantum fiet reflexio in ſuperficie convexa, quæ ad oculum tuum obverſa eſt, ita ut imagines imitentur proprietates ſpeculorum convexorum, ſed etiam in concava, ſuperficiei oppoſitæ in qua objectorum imagines evertuntur quod eſt proprium concavorum. Denique quicúmque Iridis colores explicant, aſſerunt radios, cujuſlibet guttæ ſubſtantiam ingreſſos, in concava ejus ſuperficie reflexos in primaria Iride; in ſecundaria verò poſt duplicem in eadem concava ſuperficie reflexionem ad nos remitti.

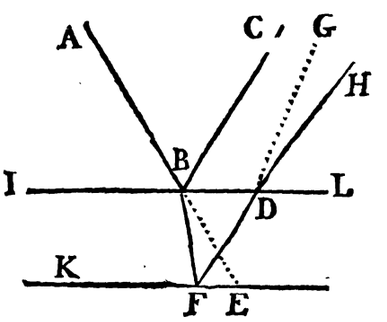
Quo poſito principio aſſero non tantum, propter duplicem ſpeculi vitrei craſſitiem objectum geminandum eſſe, ſed etiam triplicandum & quadruplicandum; nam in ſuperiori figura radius G K, vi cujus videtur objectum in puncto I, ubi pervenerit in punctum K, non totus tranſit, ſed aliqua ſui parte reflectitur in puncto M, & rurſus ſecundum aliquam ſui partem exit in M, ideóque aut illi aut alius quilibet poterit pervenire ad oculum B, poſt triplicem reflexionem & quia ut diximus (*prop.* 21.) diſtantia imaginis ab objecto æqualis eſt omnibus radiis incidentiæ, & reflexionis, longè infra punctum I, videbitur objectum in tali caſu, intervenit etiam refractio.

PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

In Speculis vitreis ſolis radius duplicatur.

Hæc propoſitio non tantum explicare debet rationem quare duplicetur radius ſolaris in ſpeculis communibus vitreis; hoc enim facilè ex ſuperiori per modum corollarii deduci poterat; ſed etiam expendere an hujuſmodi radii coincidant in majori à ſpeculo diſtantia, quod nulla habita ratione refractionis non poſſumus. In ſuperiori enim propoſitione nullam omnino habuimus illius rationem, ſed conſideravimus ſimpliciter & præcisè ea quæ accidere deberent propter reflexionem. Aſſero tamen hic radios ſolares ad duplicem ſpeculi ſuperficiem reflexos parallelos eſſe, & conſequenter ambos conos ſolares in utráque ſuperficie ſuos vertices habentes phyſicè, & ſenſibiliter in unum conum coaleſcere. Sit enim ſolaris radius A B, qui reflectatur in C, ſecundùm aliquid ſui, ſecundùm verò aliam partem penetret vitrum B D E F, & ſi quidem vitrum ejuſdem eſſet denſitatis cum aëre, rectà procederet ſecundùm lineam B E, & quia ſuperficies B D, F E, ſunt parallelæ eſſent anguli A B I, B E K æquales, ſed frangitur radius ad perpendicularem (*quod ſuppono ex dioptrica*) procedítque per lineam B F, ita ut fiat angulus B F K major, quam A B I. Eſt enim (*per* 32. 1.) æqualis angulis B E K, & F B E, igitur F B E angulus eſt illius exceſſus ſupra A B I, aut C B L, fiet in puncto F reflexio, ita ut anguli B F K, D F E ſint æquales, (*per* 2. *Supp.*) ſi verò radius F D non frangeretur in D, ſed rectà procederet, eſſet angulus G D L, æqualis angulo interno D F E, & conſequenter major eſſet quam C B D, illiúſque exceſſus ſupra illum eſſet angulus æqualis F B E. Sed frangitur in puncto D, à perpendiculari, ita ut ſit angulus G D H, æqualis F B E; ergo ablato angulo G D H, reſtat angulus H D L æqualis angulo C B D; & (*per* 29. 1.) radii B C, D H ſunt paralleli, quod erat oſtendendum.



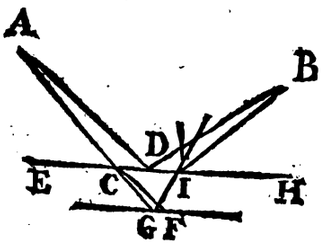
COROLLARIUM.

Videtur ſequi ex eo quod objectum non debeat videri multiplicatum ex duplici ſpeculi ſuperficie; ſi enim radius reflexus ad ſecundam ſuperficiem, poſt duplicem refractionem reſtituitur parallelus, videtur ſequi quod in oculum unicus ejuſdem objecti incurrere debeat; nam

ſi

Digitized by Google

si ponantur plures lineæ parallelæ unicam tantum oculus excipere potest. Ut solvam hanc difficultatem: dico breviter radios ab eodem objecto ad diversas speculi partes propagatos non esse inter se parallelos, nisi objectum sit in magna distantia, ideoque fateor objectum maximè distans ob duplicem speculi superficiem non multiplicatum iri, propter rationem allatam, sed tantum objectorum viciniorum, ut si sit objectum A oculus B, videa-



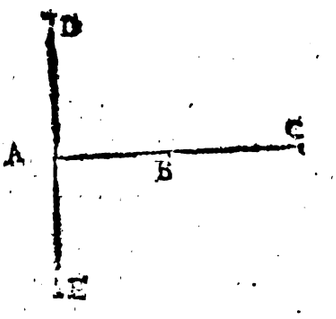
tùrque per reflexionem factam in puncto D, angulus ACE, major erit quam CDA, ideoque angulus C F G, & illi æqualis B I H ut ostendimus, major erit quam ADC, aut BDH, & consequenter concurrere poterit cum illo in punctum B, ubi est oculus; quod ostendendum erat.

PROPOSITIO XXV.

Theorema.

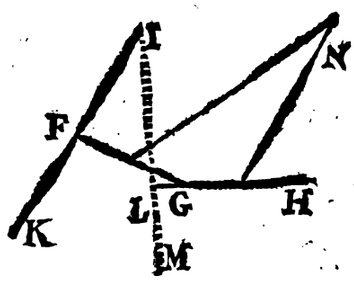
In speculo fracto objectum aliquando multiplicatur aliquando verò non.

Sit speculum fractum A B, dico fieri posse ut objectum non appareat multiplicatum. Sint enim



partes A B; B C in eodem plano, unica erit cathetus incidentiæ; sint lineæ D A, A E æquales; pro toto plano AC, & speculis in eo existentibus est unicus locus imaginis E; ergo à quocumque oculo spectetur reflexe objectum D, apparebit semper (*per prop. 9.*) in puncto E. Sed quod in unico tantum loco apparet, geminatum non videtur; ergo si partes speculi etiam fracti, unicum tantum planum efficiant, seu in uno eodemque plano existant, geminatum non apparebit objectum. Quod erat primum, contra communem ferè omnium errorem, qui existimant semper accidere, quoties dissilit speculum in multas partes, toties etiam ejusdem objecti imaginem pro numero fragmentorum multiplicari: ita ut etiam à multis afferatur hæc similitudo pro Sacrosancto Eucharistiæ sacramento.

Secundò dico fieri posse ut in speculo fracto, multiplicetur objectum, videatúrque in singulis fragmentis semel. Sit enim speculum fractum



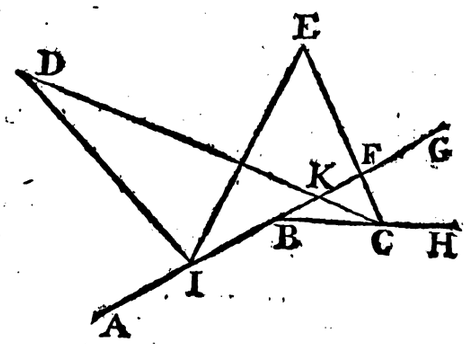
FGH, fragmenta autem FG, G H, non sint in eodem plano, sed collocentur in diversis planis, angulum in puncto G constituentibus. Sit objectum I oculus N, ducantur catheti incidentiæ ab objecto ad singula fragmentorum plana, nempe I F, IL, sintque IF, FK, sicut IL, LM æquales. Poterit fieri ut ducendo lineas N K, L M, illæ transeant per fragmenta sibi correspondentia; ergo & videri objecta, (*per 9. hujus*) igitur aliquando in speculo fracto objectum multiplicatur, aliquando verò non multiplicatur; quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXVI.

Theorema.

In speculis planis secundum convexitatem dispositis, respectu oculi, non videtur objectum nisi semel.

Sint duo specula A B, BC, non in eodem plano; sed disposita secundum aliquam convexitatem respectu oculi; hoc est ita ut angulus quem



comprehendunt eorum plana AB, BC, seu angulus ABC oculum E respiciat. Dico objectum quodcumque D, videri non posse ab eodem oculo E, per reflexionem ab utroque speculo factam. Videatur enim per radios D I, I E, erunt anguli A I D, E I B, æquales (*per 2. Supp.*) dico fieri non posse ut videatur per reflexionem in alio speculo B C factam: sint enim radii DC, CE, per quos aliquis asserat objectum D, videri reflexè ab oculo E.

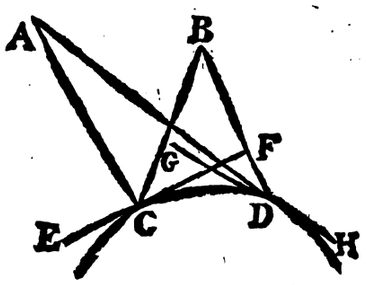
Demonstratio. Si objectum D, videretur ab oculo E, reflexè per radios D C, CE, essent anguli B C D, HCE æquales; sed non sunt æquales; nam angulus A I D, major est angulo AKD, (*per 16. 1.*) & AKD, major angulo BCK. Ergo angulus AID, aut illi æqualis EIK, major est angulo BCD; sed idem angulus E I K, non est major angulo ECH, sed minor, nam angulus E C K, (*per 16. 1.*) major est angulo BFC, & angulo GFE, illi oppositio ad verticem. Sed angulus GFE, major est angulo EIK (*per eandem*) ergo multo magis angu-

Digitized by Google

lus ECH, erit major quàm angulus EIK, non igitur anguli DCB, ECH ſunt æquales, quod oſtendam de quibuſcumque aliis radiis reflexis à puncto D ad planum BCH. Igitur objectum D, non poteſt videri ab oculo E, per reflexionem ad planum BCH; quod erat oſtendendum.

COROLLARIUM.

Ex eo ſequitur, non poſſe objectum aliquod



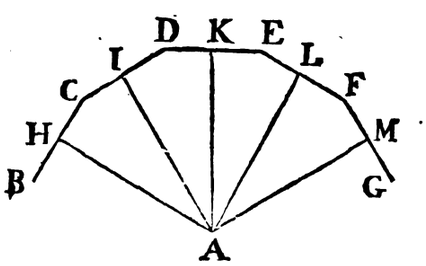
bis videri in ſpeculo convexo. Sit enim objectum A oculus B, ſpeculum convexum CD; dico ſemel tantum ab eodem oculo B, ſpectari poſſe objectum A, per reflexionem ad ſpeculum BD factam. Videatur enim per radios ACB, ADB, ſi fieri poteſt per C & D, intelligantur ducta plana E C F, GDH, tangentia ſpeculum convexum in C & D, (*per ſuppoſitionem ſecundam*) erunt anguli A C E, BCF, item ADG, BDH æquales; quod eſſe impoſſibile oſtendimus.

PROPOSITIO XXVI.

Theorema.

In ſpeculis planis ſecundùm concavitatem diſpoſitis, reſpectu oculi, poteſt multiplicari objectum, pro numero ſpeculorum.

Diſponantur ſpecula in orbem, aut ſi velis plura diſponere, inſcribatur Sphæræ quodcumque poliedrum regulare, vel irregulare, parum intereſt: ſeu diſponantur ſpecula, ita ut linea ducta ab eodem puncto ſit ad eorum ſingula plana perpen-



dicularis. Ut ſi detur punctum A, ſint quælibet plana BC, CD, DE, EF, FG ad quæ ſint perpendiculares AH, AI, AK, AL, AM. Dico ſi appendantur in ſingulis planis ſpecula plana, fore ut in ſingulis, aliquis ſuam imaginem videat. Cum enim radii incidentiæ AH, AI, AK, AL, AM ſint perpendiculares; iidem etiam erunt radii reflexi, & conſequenter oculus A ſeipſum videbit; quæcumque etiam objecta erunt vicina oculo in ſingulis etiam ſpeculis videbuntur: igitur poſſibile eſt ut ſi plura ſpecula diſponantur in orbem, ſecundùm concavitatem aliquam reſpectu oculi, objectum in ipſis multiplicatum appareat. Quod erat oſtendendum.

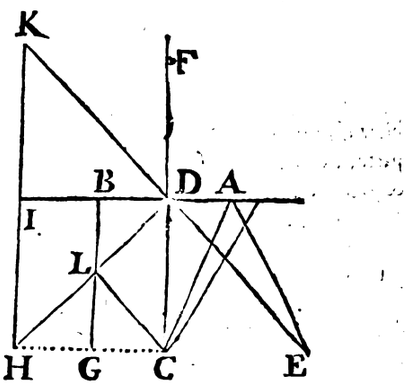
Ex quo ſolutum eſt illud problema propoſitum à Ptolomæo, ſpecula ita ſtatuere ut intuens ſuas tantum imagines videat diſpoſitas ad modum chorearum, hoc eſt in orbem.

PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

In eodem ſpeculo plano, poteſt idem objectum videri pluries.

Sit ſpeculum A B, dico fieri poſſe ut in eo per reflexionem objectum multiplicatum appareat; ſi



nempe adhibeatur aliud ſpeculum, ita ut objectum in eodem ſpeculo, & per unicam reflexionem, & per duplicem ſimul videatur. Sit enim objectum C, oculus E; adhibeatur aliud ſpeculum B G, ſitque cathetus incidentiæ in ſpeculum BD, linea CD, & CD, DF æquales; erit F locus imaginis reſpectu reflexionis ſimplicis in ſpeculo B D factæ, ideoque oculus E videbit objectum C in loco F. Sit item cathetus incidentiæ in ſpeculum BG, linea CG; ſintque CG, GH æquales; ſit item H I, perpendicularis à puncto H, in planum ſpeculi BD productum, lineæ HL, IK æquales. Objectum C, eodem modo radiat reflexè per lineam L D, ac radiaret directè ſi eſſet in puncto H, (*per 17. hujus*) poſito autem quod directè radiaret per H L D, eodem modo radiaret reflexè per lineam D E, ac ſi eſſet in puncto K; igitur in radiando duplici reflexione videbitur, ab oculo E in puncto K, ergo in duobus locis nempe F & K; quod erat oſtendendum.

PROPOSITIO XXVIII.

Problema.

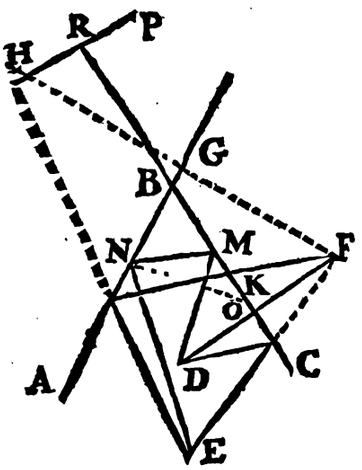
Duobus ſpeculis, objectum quinquies, aut ſexies multiplicare.

Sint duo ſpecula A B, B C, angulum acutum comprehendentia, ſitque objectum quodcumque D, oculus E, ſit cathetus incidentiæ, linea D F, & punctum F, locus imaginis. Primò oculus E, videbit objectum in puncto E, per ſimplicem reflexionem ut patet. Secundò ex puncto F ad planum ſpeculi A B, productum ducatur perpendicularis F G, ſineque lineæ FG, GH æquales, erit

ut

Digitized by Google

ut ſupra punctum imaginis pro duplici reflexione D K I, K I E, igitur ab eodem oculo E, vide-



bitur objectum in H. Quod autem ſit ex una parte, ex alia etiam fieri poteſt, objectum enim & oculus poſſunt ita inter utrumque ſpeculum collocari, ut reſpectu utriuſque, eodem modo ſe habeant, igitur jam habemus objectum quadruplicatum.

Tertio poterit etiam ab objecto D, duci radius D M, qui ſit incidentiæ, cui correſpondebit reflexus M N, & huic alius reflexus N E, & aliquando alius reflexus O E, igitur oculus E videbit objectum D, per radium E O, locus autem in quo videbitur, erit ſi ex H ducatur cathetus ad planum B C, productumque ſit H R, ſintque H R, R T æquales; erit (*inquam*) in puncto P. Quod autem ſit ex ea parte, ex alia item accidere debet, atque ita jam ſexiès multiplicatum videbitur objectum.

Denique pro varia quantitate anguli inclinationis A B C, poſſunt plures, & plures fieri reflexiones, ita ut octies & decies, immo & pluries multiplicatum appareat. In quo illud notandum eſt, quod ſi tam objectum D, quam oculus E, æqualiter ab utroque ſpeculo diſtent quod ſemper multiplicabitur objectum multiplicatione pari; ſi verò ſint inæqualiter poſita, poterit fieri ut numerus multiplicationum ſit impar. Supervacaneum autem judico ulterius proſequi quæcumque in ſingulis angulis inclinationis conveniant: ea enim dependent ex ſitu objecti & oculi.

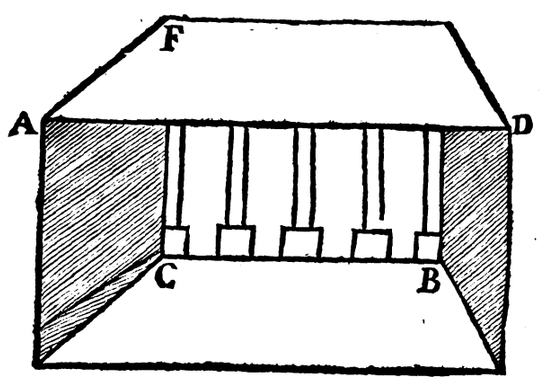
PROPOSITIO XXIX.

Problema.

Duobus ſpeculis objectum infinities multiplicare.

Diſponantur duo ſpecula ita ut duobus, aut tribus pedibus à ſe invicem ſejungantur, ſintque inſuper parallela.

Dico ſi oculus in medio collocari poſſet, ita ut nullam reflexionem impediret, ſeu nullos radios interciperet, infinities ſeipſum, ſpatiúmque inter utrumque ſpeculum interjectum in longam, & infinitam porticum extenſum videret; licet autem ſuppoſitio ſit impoſſibilis, ſi tamen diſponantur duo ſpecula modo ſupradicto, in aliqua capſa, ſecundùm unum latus aperta, ut inſeri poſſit caput: pavimentum autem, laquearia, & aliud latus, figuris æqualibus diverſi colotis diſtinguantur, aſſero fore ut ſi tantiſper caput inferas ex utraque parte, longiſſimam porticum ſimilibus figuris ornatam non ſine jucunditate videas. Sit talis capſa A B, ſpecula A C, B D, latus A E, ſit apertum aut totum, aut ex parte, ut inſeri poſſit caput, latus B F, ordine columnarum æquali inter ſe intervallo diſtantium inſtruatur, pavimentum C E, diſtinguatur variis figuris, ut exagonis diverſi coloris, aut aliis quibuſcumque, laquearia etiam ſuas habeant figuras, columnæ autem media ſui parte nempe qua ſpectant unum ſpeculum A C, unum colorem habeant, alium ex alia parte præferant.



Demonſtratio. Si oculus intendat in ſpeculum A C, totum ordinem columnarum, pavimentum, laquearia per unicam reflexionem videbit, & (*per 9. hujus*) tantum intra profunditatem ſpeculi quantum ipſa extant extra ſpeculum, igitur jam porticum aliquam æqualem capſæ in ſpeculo A C intuetur. 2. Quia hæc eadem objecta reflectuntur ad ſpeculum B D, ita ut radius reflexus perveniat ad ſpeculum A C, & ab eo ad oculum. Idem intervallum ejuſdem capſæ, per duplicem reflexionem in eodem ſpeculo A C videbitur; quia autem (*per 21. hujus*) diſtantia objecti ab oculo componitur ex omnibus radiis tam incidentiæ, quam reflexionis, in hac autem duplici reflexione plures ſunt radii, quàm in ſimplici, idem intervallum per duplicem reflexionem ſpectatum, magis remotum ſpectabitur, hoc eſt magis immenſum intra profunditatem ſpeculi.

Pariter quia objectorum radii aliqui ad ſpeculum A C reflexi, ad ſpeculum B D reflectuntur, & ab eo iterum ad ſpeculum A C, à quo tandem ad oculum, iterum aliud intervallum remotius videbitur; & ita deinceps aliquando decies, aliquando pluries eadem capſæ longitudo intra ſpeculum A C videbitur, pro ut caput quod inſeritur plures, aut pauciores radios intercipiet. Idem dicendum eſt de ſpeculo B D.

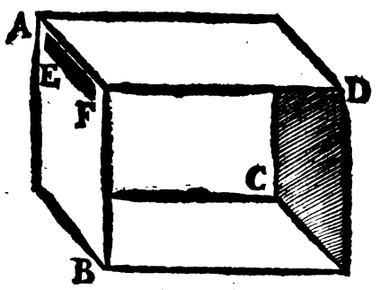
Id autem quod magis adhuc hanc deceptionem juvat, eſt radiorum in ſingulis reflexionibus quo ad intenſionem imminutio, ex ea enim oritur, ut ea quæ magis diſſita apparent ab oculo, cùm minori etiam lumine videantur, ut contingit communiter in objectis directè viſis.

Si pavimentum laquearia, & latus alterum inſtruerentur teſſelatis imaginibus, ut docuimus in radio directo, in primo porticus noſtræ intervallo viderentur aliquæ imagi-

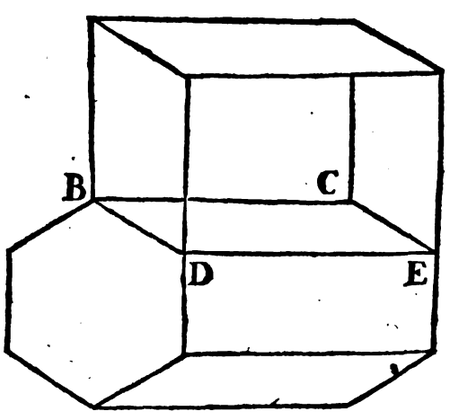
Digitized by Google

nes, in ſecundo aliæ. In tertio rurſus primæ & ita deinceps, pariter ſi ſupra pavimentum diſponantur ſtatuæ, aut alia corpora, & realiter reſpiciant ſpeculum AC, in primo intervallo videbuntur reſpicere intuentem, in ſecundo ſpectabuntur averſæ; & ita deinceps.

Alio modo facilioti poterimus idem exequi etiamſi ſpecula ſint exigua, & capſa non ſit tantæ molis, ut caput hominis capere poſſit. Sit enim capſa ABCD, in cujus adverſis planis AB, CD, diſponantur duo ſpecula, relinquatur



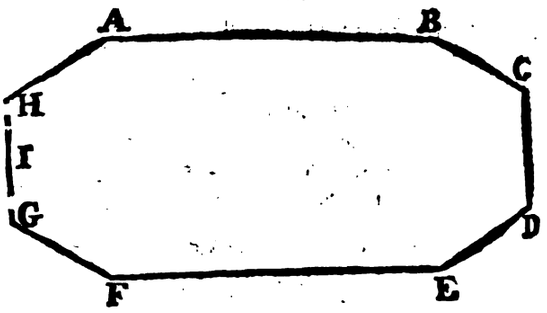
unum latus capſæ ex parte apertum, ut lux aliqua intra capſam affulgeat, ſupra ſpeculum plani AB, relinquatur foramen oblongum, ut per illud ſpeculum CD ſpectare poſſis, videbiſque ea omnia, quæ intra capſam continebuntur multoties multiplicari, & capſam in longiſſimam abire porticum. Relinquo autem induſtriæ artificis efformanda capſæ latera, pavimentum & laquearia. Poterit item foramen EF, in medio ipſius ſpeculi AB, efformari auferendo tantum particulam aliquam laminæ ſtamneæ, ut trans ſpeculi partem detectam reſpici poſſit.



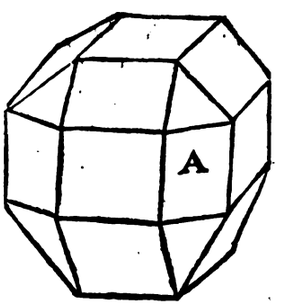
Poterit item ſub capſa ſubſtitui aliud pavimentum, aliis coloribus aliiſque figuris inſignitum, quod multis modis præſtari poteſt, ut ſi ſub capſa priſma multilaterum ita aptetur, ut modò unum ipſius planum pro pavimento capſæ ſubſtitueretur, modò aliud. Quæ mutationes aliis etiam modis fieri poſſunt per cancellos, ſeu aſſerculos qui ad latera ita aptentur ut ſecundùm lineas BC, DE moveri poſſint.

Poſſunt item alio modo diſponi ſpecula ut figura ABC, DEFGH exhibet, quæ etiam ſuas habebunt multiplicationes, & ab oculo I, ſpectata alias porticus, & intervalla repræſentabunt.

Poterit item polyedrum quodcumque efformari, in cujus ſingulis planis collocari poſſunt ſpecula, relinquantur autem aliqua vacua, ut aditus fiat lumini. Ad latus unum fiat foramen exiguum



per quod reſpicias. Alia multa ſimilis formæ excogitari poſſunt, quæ quia difficultatem non habent



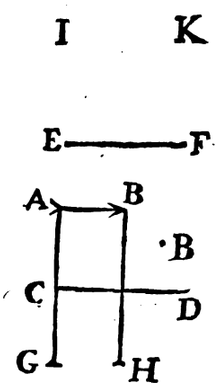
peculiarem, nec aliquid docent, non perſequar ulteriùs.

PROPOSITIO XXX.

Theorema.

In reflexionibus planorum ſpeculorum numero imparibus dextra apparent ſiniſtra, & in numero paribus dextra apparent dextra.

Sit objectum AB, oculus B, duo ſpecula CD, EF. Si ex punctis A, B, intelligantur duci cathe-



ti incidentiæ erunt loca imaginum G, & H, ideoque ſi aliquis exiſtat in B, & ſe convertat ad ſpeculum CD, habebit ad dextram punctum G, imaginem puncti A, & ad ſiniſtram punctum H imaginem puncti B, cum tamen ſi ſe converteret ad ad reale objectum AB, haberet ad ſiniſtram punctum A, & ad dextram punctum B.

Rurſus intelligantur à punctis G & H, duci catheti incidentiæ ad planum ſpeculi EF; pro ſecunda reflexione eſſent loca imaginum in I & K, ita ut I ſit imago puncti A & K,

Digitized by Google

K, imago puncti B; ergo si respiciens se convertat ad speculum E F, ut objectum A B, intueatur, per duplicem reflexionem, eodem modo obvertetur imago ad respicientem, quo objectum; quod erat demonstrandum.

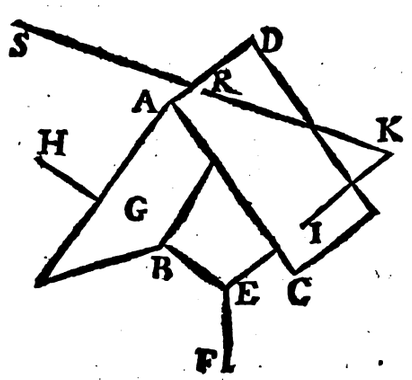
Hoc oritur potiùs ex varia respicientis conversione, & mutatione quoad situm, quam ex imaginis mutatione.

PROPOSITIO XXXI.

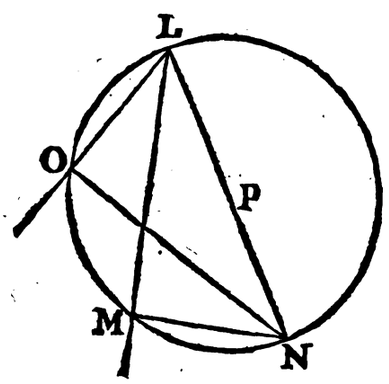
Problema.

Specula ita disponere, ut iis simul motis ejusdem objecti imago una accedat, alia recedat.

Disponantur duo specula A B, C D, ita ut angulum rectum comprehendant, possintque mo-



veri circa communem sectionem A D, oculus E, intueatur in speculum A B, ducatur ex puncto E, cathetus incidentiæ E G, sintque E G, G H æquales; erit punctum H (*per 9. hujus*) locus imaginis, si removeatur speculum A B, fiet alia perpendicularis F G, & consequenter punctum H, erit remotius ab oculo E.



Quod autem perpendicularis quæ fiet sit futura major ita demonstro. Sit linea M L; ducatur item L N, quod punctum N supponatur pro oculo, ducatúrque ex N ad L M perpendicularis N M; sit alia linea L O, comprehendens cum L N angulum O L N, majorem angulo M L N, ducatúrque perpendicularis N O, dico N O esse majorem. Quia enim anguli N O L, L M N supponuntur recti, dividatur linea L N bifariam in P, describatúrque intervallo P L circulus, hic transit per O & M, alioquin ostenderem facilè angulos L O N, L M N, non esse rectos contra suppositionem. Clarum autem est (*per 7.3*) lineam N O majorem esse linea M N.

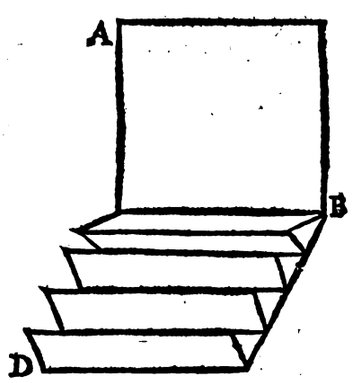
Quo supposito lemmate sequitur quod si planum A B recedat ab oculo E, perpendicularis E G fiet major, & consequenter locus imaginis magis distabit ab oculo; ergo imago recedere videbitur. E contra verò perpendicularis E I minor fiet, eò quòd planum D C, accedat ad oculum, & consequenter locus imaginis K, propior fiet; eritque perpendicularis K R minor, & locus imaginis S propior; ergo imago S accedere videbitur. Quare potest aliquis ita disponere specula, ut non tantum in uno suam imaginem accedentem, in alio recedentem videat, sed etiam in eodem. Pariter si respiciens F E, immotis speculis ad unum accedat, verbi gratia ad A B, quia perpendicularis E G fiet minor; imago H accedere videbitur, & quia E I fit major, imago K recedere videbitur, fietque K R major, & consequenter imago S recedet: igitur una imago accedit alia recedit, quod faciendum erat.

PROPOSITIO XXXII.

Problema.

Varia Deformationes.

Primò quidem occurrunt tessellatæ imagines

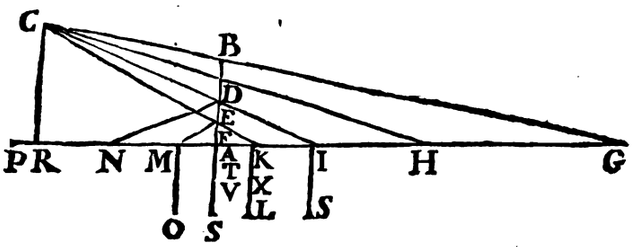


quas ita speculo objicere possumus, ut unam directè, aliam vero reflexè in speculo videamus. Ut si detur speculum A B, cui objicitur tessellata tabella, in speculo, videbitur tantum imago, quæ in aversis planis depingitur: directè tamen eam videre non possumus; sed aliam omnino diversam.

Secundò omnes illæ deformationes quas in superiori libro descripsimus, possunt habere locum in speculis planis, ut illæ quæ fiunt in Sphæris tam convexis, quàm concavis, in conis, in cylindris quæ melius spectari possunt in speculis, quam directè.

Tertiò potest fieri deformatio in plano horizontali hoc modo. Sit locus speculi A B, locus oculi C; dividatur altitudo speculi A B, in quot volueris partes æquales B D, D E, E F, & ex oculo per singula divisionum puncta ducantur lineæ C B G, C D H, C E I, C F K, quæ secent horizontalem lineam speculo subjectam in punctis G, H, I, K. Dico si distantiæ A K, A I, & aliæ transferantur ex alia parte in A M, A N, quod M N videbuntur in K & I. Cùm enim A M, A K sint æquales F A,

Digitized by Google



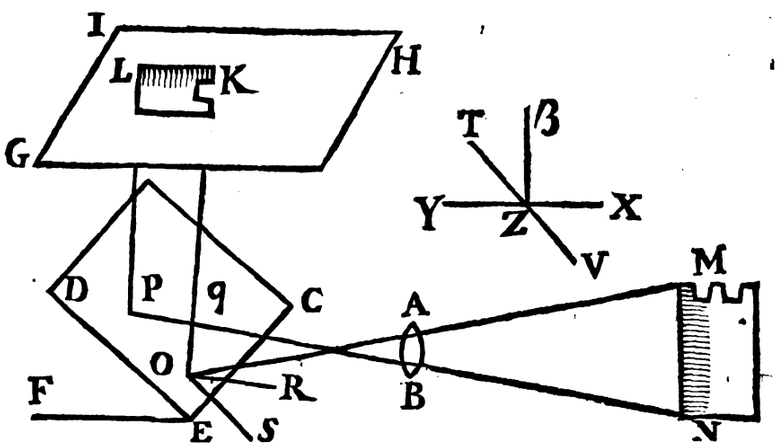
communis anguli ad A recti; erunt anguli MFA, AFK, æquales (*per* 4.1.) ſed AFK, æqualis eſt oppoſito ad verticem CFB; igitur anguli AFB, MFA incidentiæ, & reflexionis æquales ſunt, igitur M apparebit in K; ſed lineæ AK, KI, IH, MG, apparent ſubjiiſdem angulis, ſub quibus videntur lineæ æquales BD, DE, EF, FA, igitur MA, MN eodem modo videbuntur. Ducatur parallela KL, quæ dividenda eſt ut illius diviſiones transferantur in MO. Sumatur linea KP, æqualis lineæ CK, item ducatur linea AS, repræſentans latitudinem ſpeculi, quæ dividatur in partes AT, TV, VS, quæ ſint æquales diviſionibus AD, DE, EF, ex puncto P ducantur lineæ occultæ PTX, & habebitur punctum X, cæteráque transferenda in lineam MO, ita habebis alias diviſiones cæterarum linearum. Ad habendas diviſiones IS, ſumenda eſt linea in horizontali æqualis lineæ IC, & ita de aliis, & ſemper ducendæ lineæ occultæ per puncta T, V, S; fiet igitur in plano horizontali ante ſpeculum quadrilaterum deformatum, in quo more conſueto transferes ſingulas prototypi in quadrata diviſi partes.

Ratio autem eſt quia eodem modo objectum radiat per reflexionem, ac radiaret directè ſi permutaret locum cum imagine ſua, loca autem imaginum ſunt poſt ſpeculum; ergo ſi deformetur imago, in plano horizontali poſt ſpeculum, quæ directè ſpectata appareat legitima, ſi ante ſpeculum ponatur, videbitur in ſpeculo rectè ſe habere; modò tamen eam ſpectes unico oculo, & adhuc per foramen exiguum propter rationes ſuperiori libro explicatas.

PROPOSITIO XXXIII.

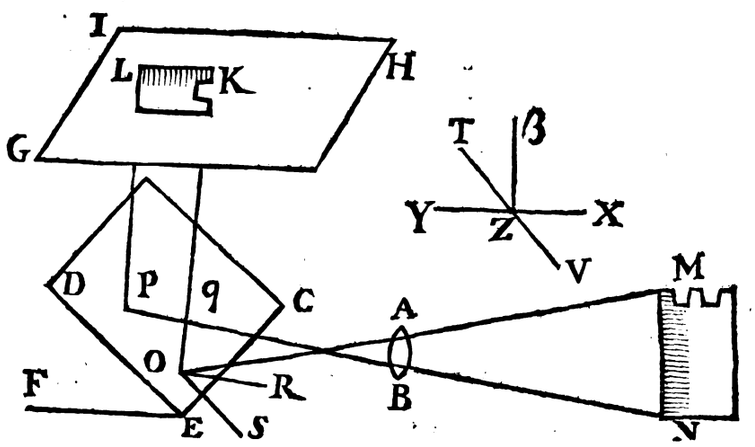
Problema.

Objectorum ſpecies per foramen emiſſas in cubiculum clauſum ſpeculo plano erigere.



Jam ſæpè locuti ſumus de jucundo illo ſpectaculo, quo objecta per exiguum foramen radiantia, ſuas imagines in oppoſitis corporibus, præcipuè verò albis, ita graphicè exprimunt, ut omnem colorum vim ſuperent. Non expendo ea quæ in eo experimento ad dioptricam pertinent, neque de lentibus quibus inſtruuntur foramina, quarum nempè adminiculo radii ad eaſdem objectorum partes pertinentes in unum colliguntur; ſufficiat mihi ſive foramen ſit nudum, ſive lentibus inſtruatur, ſemper id habere incommodi, ut partes ſuperiores objectorum, appareant in inferiori loco, & dextra in ſiniſtris depingantur; quod multum detrahit de voluptate, quæ ab eo ſpectaculo percipi poſſet. Quæritur ergo modus, quo erigi poſſit tota hæc pictura. Oblata fuit jam à 20. annis capſa aliqua cujus latus vix unius pedis cum dimidio, in qua objecta diſtinctiſſima, & erecta videbantur; ſpectavi cum aliis in ſimili capſa rerum ſimulachra, nec potuit latere artificium, quod tamen artifex ut myſterium aliquod occultatum volebat. Ita igitur compoſita erat, conſtabat hujuſmodi capſa tribus partibus; lente convexâ exquiſite elaboratâ, cujus focus erat circiter unius pedis cum dimidio, & hæc verticalis erat; ſecundò ſpeculo non horizontali nec verticali, ſed elevato ad angulum graduum quadraginta quinque, ſeu ſemirectum. Tertiò chartâ inunctâ oleo, quæ ne rugas contraheret ſupra laminam vitream extendebatur. Sit ergo lens vitrea verticalis, ſeu perpendicularis ad horizontem AB, ſpeculum DC, cum horizontali linea FE, angulum DEF ſemirectum comprehendens, GF charta inuncta oleo, cui ſubeſt tabula vitrea, & hæc eſt horizonti æquidiſtans, reſpiciens eſt in puncto I, debet autem diſtantia BPL, aut BOK, eſſe æqualis diſtantiæ

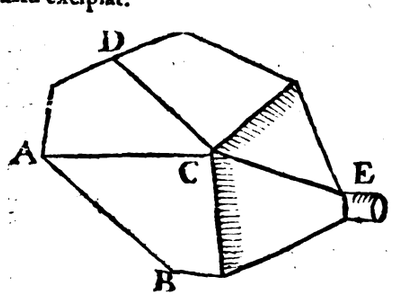
Digitized by Google



ſtantiæ ad quam lens AB, exprimit imagines objectorum.

Oſtendo autem fore ut objectum MN depingatur in LK, ita ut M, pars ſuperior objecti MN, exprimatur in puncto K; nam punctum M, cum ſit ſuperius, radiabit in partes inferiores ſpeculi, nempe in punctum O, & quia ita incidit ut angulus quem facit cum ſuperficie ſpeculi, ſeu angulus MOS, major ſit quam ille quem facit horizontalis linea OR, reflectetur non per verticalem lineam, ſed per lineam OK, magis vergentem ad objectum quam verticalis linea. Sit enim in parva figura ſpeculum TV, ita ut angulus TZY, cum horizontali YX, ſit ſemirectus, & conſequenter oppoſitus ad verticem XZV, ſit etiam ſemirectus, erit (*per 2. ſupp. hujus*) angulus TZβ ſemirectus, igitur angulus βZX rectus erit, igitur radius horizontalis XZ remittetur per verticalem βZ, quare in prima figura radius RO horizontalis remittitur per verticalem lineam, igitur radius AO non remittetur per lineam verticalem, ſed per OK magis declinantem verſus objectum. E contrà verò radius BP non remittetur per lineam verticalem, ſed per lineam PL inclinatam ad partes I; igitur M in K, & N in L repræſentabitur; Et reſpectu ſpectatoris ex I puncto, partis ſuperioris imago eſt etiam ſuperior.

Secundò, reflexio nullo modo impediet coïtionem penicillorum: cum enim oſtenderimus (17. *prop.*) objectum eodem modo radiare per reflexionem, ac directè radiaret, ſi mutaret locum cum imagine, radii qui ante reflexionem accedunt inter ſe, per reflexionem eodem modo convenient. Deinde quod in his obſervandum eſt, diſtantia AOK, eſt ferè æqualis diſtantiæ BPL, ideoque ſi uniuntur radii objecti M in puncto K, ita ut charta GH ſit in ea diſtantia quæ requiritur ad excipiendos radios puncti M perfectè unitos; erit etiam in ea diſtantia quæ requiritur ut radios puncti N in concurſu excipiat.

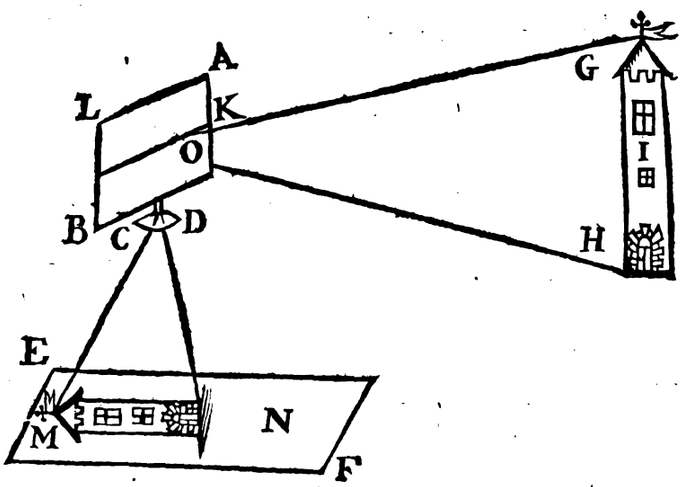


Relinquo autem artificis induſtriæ conſtruendam totam capſam, quæ diligenter clauſa eſſe debet, ita ut excepto foramine AB per quod objecta radiant, nihil luminis admittat; poterit autem in hanc figuram efformari ita ut AB ſit locus ſpeculi, AC ſit locus chartæ inunctæ oleo, & tabulæ vitreæ cui inſidet. Per aperturam D ſpectator, immò ſi velit poterit in ea charta objectorum imagines delineare, punctum E ſit locus lentis vitreæ quæ tubo exiguo inſeratur ut educi poſſit tantiſper, aut intra capſam impelli; donec imagines objectorum præciſè in charta depingantur.

Qui vellet hoc artificium accommodare cubiculo, in quo objectorum foris poſitorum ſimulachra intueri cuperet, tabella enim dealbata probè extenſa ſuſpendi deberet in laquearibus, in qua depictas imagines ſpectaret ex puncto C aut alio loco vicino; idque haberet commodi quod in tali ſitu non tantum erectæ apparerent imagines, ſed etiam quæ ad objecta dextra pertinerent, etiam ad dexteram ſpectarentur; cùm in capſa ſuperius deſcripta dextra in ſiniſtro latere appareant; quod inconcinnum eſt & incommodum præcipuè ſi ad picturam, eâ quis uti velit. In hoc poſteriori caſu debet ſpeculum multum admoveri lenti, alioquin paucorum tantummodo objectorum imagines habebis, eorum nempè quæ in ſpeculum radiabunt, propter quam rationem aliam excogitavi, quæ ſpeculum non amplum ut hæc, ſed non majus manu requireret, plura tamen oſtenderet objecta, quam ſuperiùs deſcripta. Hoc item haberet emolumenti, ut objecta ſitum nullo modo permutarent; ſed ſuum & verum & naturalem reſpectu ſpectatoris obſervent.

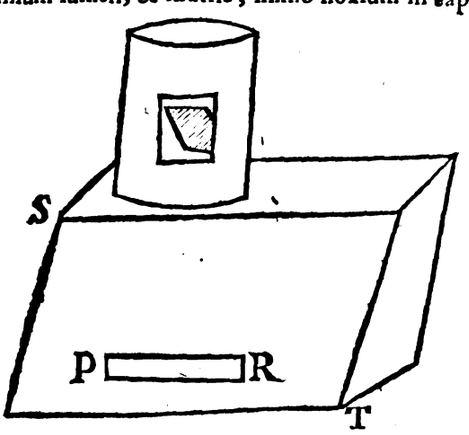
Totum artificium hujus ſecundæ capſæ iiſdem prorſus partibus conſtat, nempè ſpeculo illo exigno, non ſuperante magnitudinem manûs, lente convexâ, & chartâ mundâ, ea tamen paulò aliter diſponuntur. Speculum primum locum obtinet, & pariter angulum circiter quadraginta quinque graduum cum horizonte comprehendit, ſed deorſum inclinatum ſit, & mobile ad majorem aut minorem angulum, lens autem horizontalis eſt, ſicut & charta in qua excipiuntur imagines. Sit igitur ſpeculum AB, inclinatum ad horizontem ſecundùm angulum ſemirectum, ita tamen ut ſuperficies ſpecularis deorſum vergat. Sit lens vitrea optimè elaborata CD, quæ penicillos uniat ad diſtantiam chartæ EF, dico ſi ſpectator ſit in F, & reſpiciat ea quæ in charta depinguntur, fore ut imagines

ipſi



ipsi appareant erectæ. Sit enim objectum G H, quia angulus G O K, minor est angulo H O K, fient ex alia parte anguli æquales, erit MOL, minor quam N O L, angulus reflexionis puncti G; igitur punctum G, imaginem habebit in M, & H in N; quare spectator qui eas imagines intuetur ex puncto F, eas videt erectas, quod ostendendum erat.

Moneo tamen capsam ita componi debere ut speculum A B non omnino pateat; sed tantum ab aliquibus objectis radios excipiat; alioquin nimium lumen, & inutile, immò noxium in cap-



sam illabetur. Speculum ergo turriculâ includendum est, debétque ad libitum posse magis, aut minus inclinari ad horizontem, prout objectorum dispositio exiget; debet item ad latera capsæ ut in P R, esse fenestella oblonga, ut per eam in subjecto horizontali plano expressæ imagines spectari possint, ad delineanda autem objecta aptissimum est instrumentum, si asserculus S T, elevari possit ad modum operculi. Si enim totam capsam pallio involvas, exceptâ fenestellâ, quâ speculum patet, & sub eo pallio aliquis lateat poterit facilè in horizontali plano capsæ, rerum imagines delineare.

Hoc artificium pariter cubiculo accommodari poterit, præcipuè si in turris fastigio sit collocatum: tunc autem lens vitrea non omnino horizontaliter disponenda est; sed angulum aliquem verbi gratia quindecim, aut viginti graduum cum horizonte comprehendat, speculum autem quantum fieri potest foris spectet, tabella imagines excipiens sit eundem cum horizonte angulum comprehendens, quem lens vitrea.

Si verò cubiculum esset superius, ita ut objecta quæ communiter videnda objicerentur, essent inferiora cubiculo; satiùs esset lentem verticalem disponere, & speculum ad angulum graduum quadraginta quinque, sed ad partes inferiores obversùm; cætera usus docebit.

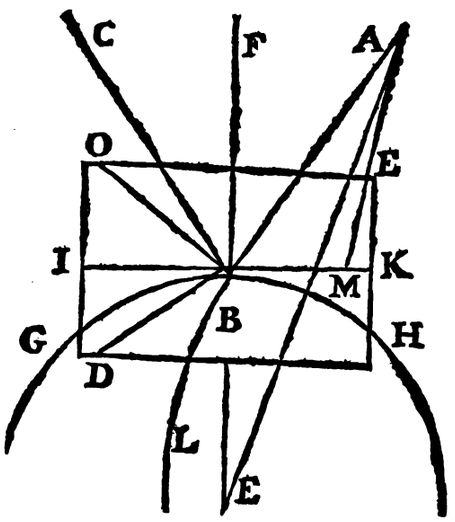
CATOPTRICÆ
LIBER SECVNDVS.
De Speculis convexis.

HIC agemus primo de speculis sphæricis convexis, exinde de columnaribus, seu cylindricis convexis, ultimò de conicis. Sphærica quidem ideo primo loco explicamus, quia simplicia sunt, & non composita, cylindrica enim, & conica, composita sunt; constántque curvâ, & rectâ superficie, hoc est si secundùm longitudinem spectentur, proprietates planorum admittunt, si secundùm curvitatem, ad sphærica deflectunt.

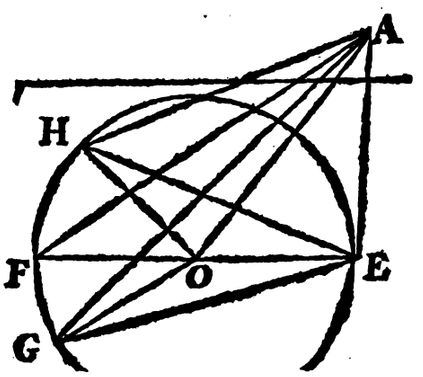
SVPPOSITIO.

SUPPOSITIO prima superioris libri, huic materiæ suo modo aptanda est, nempè radios incidentiæ, & reflexionis, in eadem esse superficie, quæ sit ad superficiem speculi recta. Sit enim radius

dius incidens AB, reflexus BC, ſi intelligatur planum DE, tangens ſpeculum ſphæricum in puncto



reflexionis B; eodem modo fiet reflexio à puncto B ſphæræ, ac à puncto B ipſius plani tangentis ſphæram in puncto B. Ducatur enim ex centro E, per contactum B, linea E B F; ſitque communis ſectio ſuperficiei F B A, & plani DE, linea BK, ejuſdem autem ſuperficiei per centrum E tranſeuntis, & ſphæræ communis circulus ſit GH, qui (*per cor. 1. prima Theod.*) erit maximus. Sit alius quicúmque maximus circulus LB, in cujus plano ſit linea BD, (*per 4. Theod.*) ſunt anguli E B D, EBI, EBK recti, ſunt IM, DB, BK tangentes; & cum circuli maximi ſint æquales, erunt anguli contingentiæ DBL, IBG, HBK æquales. Ex puncto A, ducatur ad lineam I K, perpendicularis AM, eſt item ſuperficies A B F, ad planum D E, recta (*per 18. 11.*) eritque angulus ABI maximus, qui ſit in puncto B, à linea AB, cum lineis in plano D E ductis; ita ut ABI, ſit major quàm ABD, & ABK minimus. Quod ſi anguli D B I, I B O ſint æquales; anguli etiam ABO, ABD ſint æquales. Additis autem æqualibus angulis contingétiæ, erit angulus ABG maximus omnium, & ABL, major quam A B H, ergo debet fieri reflexio in plano anguli A B I, ubi eſt minor reſiſtentia, propter quam rationem diximus in planis ſpeculis radios incidentiæ & reflexionis in eodem eſſe plano ad ſuperficiem ſpeculi recto.



Quia autem videmur aſſumpſiſſe, quod ſi à puncto aliquo in ſublimi poſito, ad planum oblíquè ducatur linea, angulus qui ab ea comprehendetur, cum ea quæ in plano, erit in communi ſectione in quam cadit perpendicularis, erit maximus omnium. Hoc ita facilè probabo. Sit linea A O, obliquè cadens in planum H E, ducatur ex A ad planum H E perpendicularis AE, eritque (*per 18. 11.*) ſuperficies AEO ad illud recta, & communis utriúſque ſuperficies linea EO, producatur linea EO in F, dico angulum A O F, maximum eſſe omnium & AOG majorem eſſe quàm AOE. Ex alia verò parte ſit linea OH, ita ut anguli HOF, GOF ſint æquales, dico angulos AOH, A O G æquales eſſe. Ex O ut centro, intervallo OE, deſcribatur circulus EGH, ducantúrque lineæ GE, HE, GO, HO, HA, FA, GA.

Demonſtratio. (*Per 15. 3.*) erit E F, maxima omnium linearum ex puncto E ductarum, igitur major quam GE, in triangulis rectangulis A E F, A E G, cum quadratum AF æquale ſit quadratis AE, EF, & quadratum AG, quadratis AE, EG, & priora majora ſint, eò quòd FE linea, major ſit, quàm EG, erit AF major quam AG, & AE omnium minima, cum ſit perpendicularis, quare in triangulis AOF, AOG, AOE, cum latus AO, ſit commune & latera OF, OG, OE ſint æqualia, & baſis AF major quam AG, & AG major quam A E, (*per 24. 1.*) erit angulus A O F maximus, & AOG major, quam AOE. Oſtendam item ſi anguli FOH, FOG ſint æquales, conſequenter angulos HOE, GOE, (*per 4. 1.*) baſes HE, GE, æquales eſſe; unde & lineæ H A, G A, æquales erunt & ideo anguli A O H, A O G: quod erat oſtendendum.

COROLLARIUM I.

Ab hac explicatione, ſequitur communem ſectionem ſuperficiei reflexionis, & ſpeculi ſphærici, eſſe maximum ejus circulum. Cum enim ſuperficies reflexionis ſit in aliqua linea ducta à centro ſphæræ per punctum reflexionis, ideo hæc ſuperficies per centrum tranſit, igitur (*per 1. Theod.*) ejus communis ſectio cum ſphæra eſt maximus circulus.

COROLLARIUM II.

Sequitur item lineam ductam, à centro ad punctum quodcumque ſuperficiei ſphæricæ, facere cum eadem ſuperficie angulos æquales. Oſtendimus enim angulos EBG, EBH, EBL eſſe æquales; unde dicitur hæc linea, perpendicularis ad ſuperficiem ſphæricam, neque aliter intelligi poteſt perpendicularis niſi quod anguli hinc inde ſint æquales.

COROLLARIUM III.

Linea ducta ab objecto ad centrum ſpeculi, eſt in ſuperficie reflexiva, qualis eſt linea AE, nam eſt in eodem plano (*per primam 11.*) in quo lineæ AB, BE; quod oſtendimus eſſe ſuperficiem reflexivam, ideóque neceſſariò ſecat circulum qui eſt communis ſectio illius plani, & ſpeculi. Addo quod hæc linea per ſecundum corollarium ſit perpendicularis ad ſuperficiem ſpeculi; dicatur ergo cathetus incidentiæ.

PROPOSITIO L.

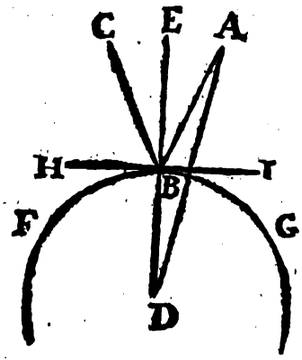
Theorema.

Linea ducta à centro ſpeculi, per punctum reflexionis, dividit bifariàm angulum comprehenſum à radiis incidentia, & reflexionis.

Sint radii incidentiæ, & reflexionis AB, BC,

Digitized by Google

centrum ſpeculi ſphærici punctum D, dico ductam lineam D B E, dividere angulum ABC bifariàm. Sit communis ſectio ſuperficiei reflexivæ, & ſpeculi, circulus FBG, ducatúrque per punctum B tangens H I.



Demonſtratio. Angulus incidentiæ ABG, æqualis eſt angulo reflexionis C B F; & conſequenter ablatis æqualibus angulis contingentiæ GBI, FBH, reſtabunt anguli C B H, A B I æquales, ſed (*per* 16.3.) anguli E B H, E B I, æquales ſunt utpote recti: igitur ablatis æqualibus ABI, CBH, reſtant anguli EBA, EBC æquales; quare angulus A B C, diviſus eſt bifariàm; quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO II.

Theorema.

Solus Cathetus incidentiæ in ſeipſum reflectitur.

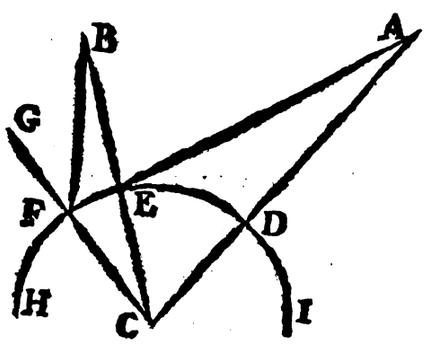
Vide figuram præcedentem.

Sit cathetus incidentiæ AD, dico illum ſolum in ſe reflecti. Sit enim ſi fieri poteſt alius radius AB, qui dicatur reflecti in ſeipſum. Sit ut prius ſuperficies reflexionis ABD, ductàque lineâ E B, & tangente H I, erit angulus E B I rectus, ergo A B I erit acutus; quare non reflectetur radius AB in ſeipſum, alioquin angulus incidentiæ eſſet æqualis angulo reflexionis A B H, acutus obtuſo, quod eſt abſurdum: igitur ſolus cathetus incidentiæ in ſeipſum reflectetur.

PROPOSITIO III.

Theorema.

Punctum reflexionis in ſpeculis ſphæricis eſt inter cathetos incidentiæ, & reflexionis.



Sit objectum A, oculus B, ſitque centrum ſpeculi ſphærici C, catheti incidentiæ & reflexionis AC, BC, ſecantes ſpeculum in punctis E, & D; dico punctum reflectionis eſſe inter D & E.

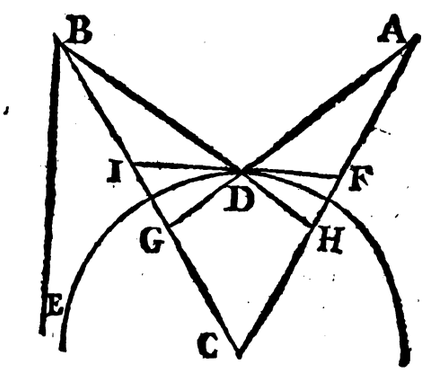
Demonſtratio. Primò non poteſt punctum reflexionis eſſe punctum D aut E; non punctum D, quia (*per præcedentem*) radius DA reflectitur in ſeipſum; quærimus autem punctum reflexionis, à quo reflectatur lumen emiſſum ab objecto A ad oculum B. Non etiam punctum E, conceptâ enim lineâ A E, eſſet (*per* 2. *Suppoſ.*) angulus A E D incidentiæ, æqualis angulo B E F, quod eſt abſurdum, cum linea B E ſit cathetus incidentiæ, & conſequenter anguli BEF, BED ſint æquales. Non etiam erit ultra punctum E, verbi gratia in puncto F, ſit enim ſi fieri poteſt F, punctum reflexionis, eſſent ergo anguli AFD, & BFH (*per* 2. *Suppoſ.*) æquales; quod eſt abſurdum. Ducatur enim per punctum F, ex centro C linea CFG, hæc erit perpendicularis, atque adeo anguli GFH, GFE æquales; ergo angulus B F H, major angulo GFH, & AFE, minor angullo GFE; ergo non ſunt æquales, igitur F, non eſt punctum reflexionis. Eodem modo oſtendam punctum reflexionis non eſſe ultra punctum D in puncto I, ergo reſtat ut ſit inter puncta D & E, quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO IV.

Theorema.

Radius reflexus in convexis ſphæricis cum catheto incidentiæ concurrit, & viciſſim radius incidentiæ cum catheto reflexionis.

Sit objectum A oculus B, cathetus incidentiæ AC, reflexionis BC, punctum reflexionis inter utrumque cathetum ſit punctum D, dico lineam reflexionis B D concurrere cum catheto incidentiæ.



Demonſtratio. Linea reflexionis eſt in eodem plano cum linea incidentiæ AD, & utrâque catheto. Fiat in eodem plano angulus C B E, æqualis angulo A C B, erunt (*per* 27.1.) parallelæ lineæ DE, AC, & cum radius reflexus B D, conveniat cum linea B E, non erit parallelus catheto A C, atque adeo cum illa conveniet, idem oſtendam de radio incidentiæ reſpectu catheti reflexionis, quod erat oſtendendum.

PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO V.

Theorema.

Radius incidentiæ cum cathéto reflexionis, & radius reflexionis cum cathéto incidentiæ concurrunt infra tangentem ductam per punctum reflexionis, & supra centrum.

Vide figuram præcedentem.

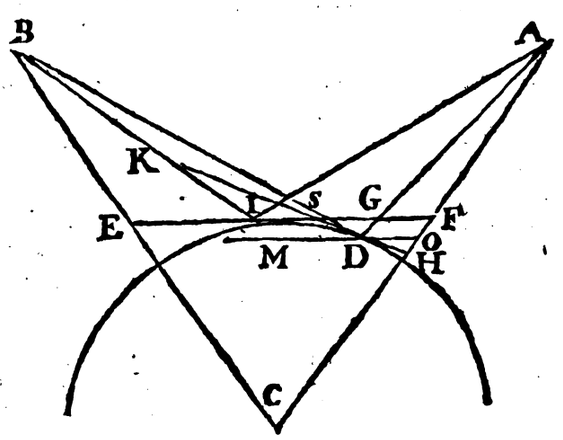
Sit objectum A oculus B, centrum ſpeculi C, punctum reflexionis D, I F tangens per punctum reflexionis, quæ ſit in plano reflexionis in quo etiam ſunt cathéti; dico radium incidentiæ AD ſecare cathetum incidentiæ AC in puncto G, quod dico eſſe infra lineam IF, & radium reflexionis BD, ſecare cathetum incidentiæ in puncto H, quod dico eſſe infra tangentem DF.

Demonſtratio. Punctum A objecti non poteſt eſſe in ipſa IF, ita ut oculus etiam in eadem exiſtat, tunc enim nulla fieret reflexio propriè dicta, ſed eſſet directa luminis propagatio; cum radii qui dicerentur incidentiæ, & reflexionis unicam lineam rectam conſtituerent, neque etiam punctum A, erit infra tangentem DF tunc enim (*per 16.3. Eucl.*) poſſet duci linea recta ad punctum D. Unde punctum D non eſſet punctum reflexionis; contra ſuppoſitionem. Erit igitur punctum A, ſupra lineam DF, ideoque poſt interſectionem quæ fit in puncto D, erit infra eandem lineam ED; ergo interſecabit cathetum incidentiæ infra tangentem E D, item ſequitur quod radii ſecabunt cathetos ſupra centrum. Cum enim centrum C, ſit in linea A C, ſi radius AD, conveniret in C, aut infra; duæ lineæ rectæ ſpatium clauderent. Quod eſt abſurdum.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

Ab eodem objecti puncto ad eundem oculum, ab unico tantum ſpeculi ſpharici convexi puncto fieri poteſt reflexio.



Objectum datum ſit A, oculus ſit B, ſpeculi centrum ſit C, cathetus incidentiæ AC, reflexionis BC; dico in ſpeculo convexo unicum tantum punctum aſſignari poſſe in quo fiat reflexio objecti A ad oculum B.

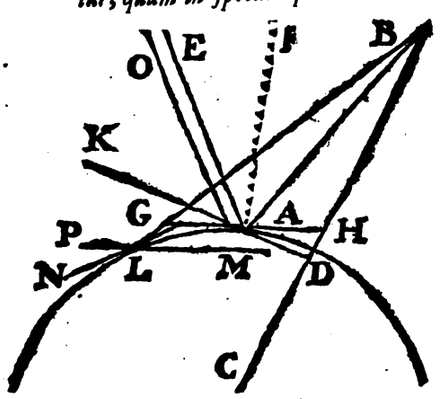
Primò quidem planum in quo fit reflexio, illud eſt quod ducitur per BC, AC, illud autem unicum eſt; ergo extra illud planum non fiet reflexio ab objecto A ad oculum B. Sit communis ſectio ſpeculi ſphærici, & illius plani circulus I D. dico quod in uno tantum ejus puncto fiet reflexio. Primò fiat in puncto I, aſſero fieri non poſſe in alio puncto ut in D; ducatur enim per punctum I tangens E I F, & per punctum D illi parallela MDO. Item per punctum D, ducatur tangens KDH.

Demonſtratio. (*per 2. Supp.*) ſunt anguli BIE, AIF æquales; ſed angulus BIE, (*per 16.1.*) eſt major quam BSI, & BSI, (*per 28.1.*) æqualis eſt angulo BDM; igitur angulus BIE, major eſt angulo BDM, & adhuc multò major angulo BDK. Ex alia verò parte angulus AGF major eſt (*per 16.1.*) angulo AIF, & pariter angulus ADO eſt æqualis angulo AGF, & angulus ADH major eſt angulo ADO; ergo multo magis angulus ADH, major erit angulo A I F, ſeu illi æquali BIE: ergo anguli B D K, ADH non ſunt æquales. Quod neceſſarium eſſet (*per ſuppoſ. 2.*) ut fieret reflexio in puncto D, ab objecto A ad oculum B: igitur reflexio fit tantum in uno ſpeculi convexi puncto. Quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO VII.

Theorema.

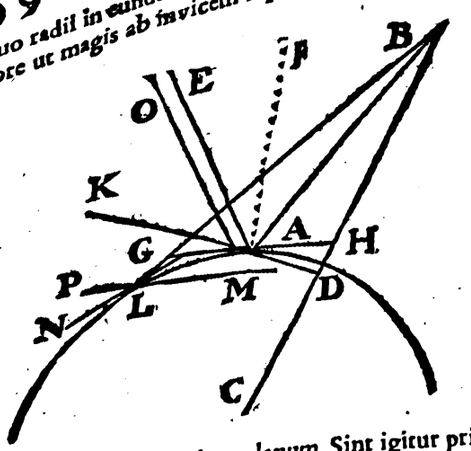
Radii reflexi in ſpeculis convexis, magis diſperguntur, quam in ſpeculis planis.



A puncto B, luminoſi aut objecti emittantur

596

duo radii in eundem circulum reflexionis. Dico fore ut magis ab invicem separentur quàm si re-



flecterentur ad speculum planum. Sint igitur primò B C perpendicularis, & B A radius inclinatus ex puncto A ad BC, ducatur perpendicularis A D; item per A ducatur tangens circulum in A, sitque G A H, fiatque angulo B A D, angulus K A F æqualis, & angulo BAH, angulus G A E æqualis.

Demonstrat. Si fieret reflexio in speculo plano A D, radius B D in seipsum rediret cum sit perpendicularis, quod etiam accidit in speculo convexo; radius autem BA in speculo plano AD reflectitur in A F. Quia verò ut speculum K D, coincidat cum tangente, debet moveri angulo KAG (*per* 18. *præcedentis*) radius reflexus mutabitur, ita ut angulus FAE sit duplus anguli K A G; ergo magis dispergetur radius, quam si reflecteretur ad speculum planum, quod erat ostendendum. Idem ostendam de duobus radiis BA, BL; si enim ducatur per L, parallela lineæ G A, item tangens NL, si sumeretur L M, per modum speculi plani, fieret reflexio radii B A M, incidentis per radium M O, parallelum ipsi A F, ut patet propter angulos OML, FAG æquales: in puncto autem G, si fiat reflexio, quia linea M L non est tangens, debet autem inclinari, ut coincidat cum tangente: radius reflexus movebitur angulo, duplo anguli NLP, igitur adhuc magis dispergetur, quam si reflexio facta fuisset in speculo plano; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM I.

Magis dispergentur radii reflexi quam incidentes, si rectà procederent, quoniam (*per* 17. *præced.*) eodem modo procedunt radii reflexi in speculis planis, ac radii directi qui procederent ex loco imaginis; si objectum ibi collocaretur, immo & eodem modo, quo si rectà procederent ab ipso objecto aut lucido, ita ut non reflecterentur; sed magis recedunt ab invicem radii reflexi à speculo convexo, quàm à speculo plano; ergo magis recedunt ab invicem radii reflexi ad speculum convexum, quam directi.

COROLLARIUM II.

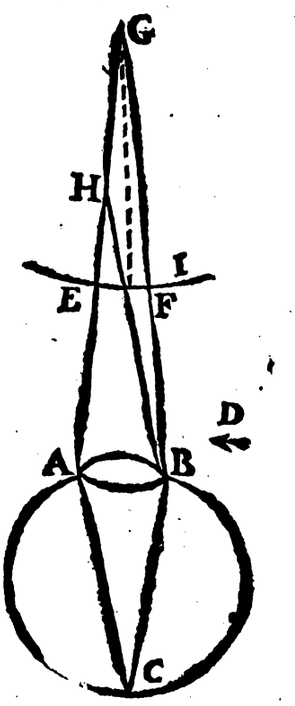
Ex hoc intelliges rationem quare specula convexa inepta sunt ad ignem accendendum radiis solaribus, cum enim ignis productio debeat fieri ex collectione radiorum solatium, hæc autem fieri non possit speculo convexo; immò verò hoc radios propaget, modo huic collectioni omnino contrario, inde fit ut productionem hujusmodi effectus prorsus impediat. Unde excepti radii solares speculo convexo, ita ampliantur, ut penitus evanescant.

PROPOSITIO VIII.

Thoerema.

Speculo Spherico convexo defectum myopum corrigere.

Revocare debemus, ea quæ diximus primo libro Optices, defectum myopum in eo consistere, quòd eorum crystallinus, ut pote nimis convexus, ante retinam radios ad eandem objecti partem pertinentes uniat, qui cum post eam unionem, separentur, necesse est confusionem in imagine inveniri. Suppositimus autem eam esse proprietatem lentis convexæ, ut radios quasi è propinquo venientes ad majorem distantiam uniat.



Sit igitur oculus A B C, crystallinus A B, retina ACB, sitque objectum quodcumque D; quod videatur per radios ad superficiem convexam reflexos E A, HB, qui (*per præcedentem*) magis recedent ab invicem, seu ut vocant, magis erunt divergentes, quàm si reflecterentur à speculo plano; in speculo autem plano eodem modo (*per* 17. *præcedentis*) propagantur radii reflexi ac si objectum esset in loco imaginis. Sint ergo radii qui reflecterentur à speculo plano EA FB, minus divergentes inter se, quam EA, HB; convenient tamen radii EA, FB, in sua catheto incidentiæ, sit illud punctum G; cum radii E A, B H, magis dispergantur versus A & B, debent necessariò citius convenire; convenient ergo in puncto viciniori quam sit punctum G. Sit illud H, sed supposuimus ex dioptrica lentem convexam qualis est crystallinus ad majorem distantiam unire radios provenientes ab objecto viciniori, quam ab objecto remotiori. Item supponitur myopis crystallinus ad minorem distantiam, seu nimis citò unire radios objecti remotioris; ergo poterit fieri ut si objecti alicujus radii unirentur ante retinam, adhibito speculo convexo convenienti, præcisè in

ipsa

Digitized by Google

ipſa retina uniantur, ergo ſpeculo convexo poteſt corrigi ille defectus; quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM.

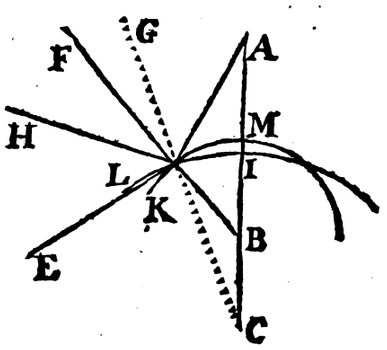
Ex eo colliges ſpecula convexa idem præſtare quod lentes concavæ; unde refractio, contraria eſt reflexioni quo ad hoc. Ex quo etiam concludere potes pro lentibus concavis, quidquid de ſpeculis convexis demonſtrabitur. Sicut ergo lentibus concavis, aut convexis, perſpicilia oculis aptamus, ita etiam ſpeculis; tubos etiam Opticos ad diſtinguenda objecta efformabimus, niſi quod ubi refractio concavitatem deſiderat, reflexio convexitatem adhibeat; & viciſſim.

PROPOSITIO IX.

Theorema.

Speculum convexum minoris Sphæræ ſegmentum, magis diſpergit radios reflexos, quàm ſpeculum quod eſt majoris ſphæræ ſegmentum.

Licèt hæc propoſitio in genere probari poſſit, hoc modo: Sphæræ majoris ſuperficies magis accedit ad planam, quàm Sphæræ minoris: ergo etiam debet minus diſpergere radios, quàm Sphæræ minoris ſuperficies. Alio tamen modo demonſtrari debet, ut oculis ſubjiciatur. Sit ergo objectum aut lucidum A, ſitque cathetus incidentiæ communis utrique Sphæræ ABC, ut eodem modo objiciantur lucido, ſitque K, punctum interſectionis utriuſque Sphæræ. Ducatur radius incidentiæ AK, qui ſit communis, hoc eſt in utramque Sphæram incidat. Sit centrum minoris Sphæræ B, & minoris C; ducatur per punctum reflexionis K, linea BK, quæ perpendicularis erit, debetque dividere bifariam angulum AKH, ita ut anguli AKF, FKH, ſint æquales eritque radius EK, reflexus minoris Sphæræ. Ducatur item linea CKG, debebit angulus AKG æqualis eſſe angulo GKH; ut KH, ſit radius reflexus in majori Sphæra, ſed angulus AKG, minor eſt angulo AKF: igitur angulus HKG, minor erit angulo FKE; ergo radius reflexus majoris ſphæræ cadet intra ABC, cathetum communem & radium EK, igitur minor ſphæra magis diſpergit radios. Ratio hujus rei eſt quia idem radius totalis AKI, incidens eodem modo in utramque ſphæram ſecundum lineam AI, magis inclinabitur ſecundum aliam extremitatem, nempè ſecundum lineam AK. Cum enim angulus KBI ſit major angulo KCI, (*per* 16. 1.) arcus KK pauciores gradus continebit, quam KM minoris ſphæræ.



COROLLARIUM.

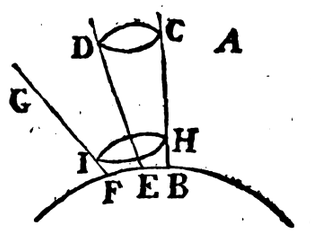
Ex eo ſequitur quod quò ſpeculum erit minoris ſphæræ ſegmentum, eò etiam efficiet ut radii ad cryſtallinum emiſſi tardiùs uniantur. Incident enim in illum, quaſi ex propinquiori loco: igitur tardius unientur.

PROPOSITIO X.

Theorema.

Quò ſpeculum convexum propiùs oculo admovebitur, eò tardiùs radii ad idem objectum pertinentes poſt cryſtallinum unientur.

Sit objectum A, cujus radii reflexi BC, ED, FG; ſitque oculus primò in DC; deinde in HI, dico quod in HI radii BH, FI tardiùs, ſeu ad majorem à cryſtallino HI diſtantiam, unientur, quàm radii BC, ED poſt cryſtallinum DC.

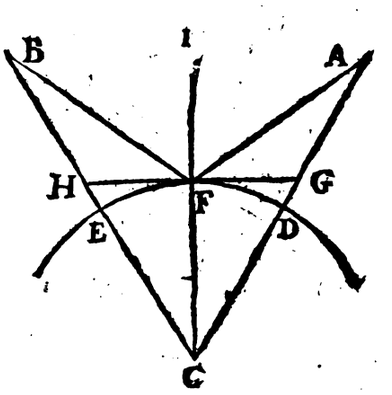


Demonſtratio. Radii GF, DE, magis inclinantur ad invicem, quam in ſpeculis planis, (*per 7. hujus*) GF, & BC, multò magis inclinabuntur ad invicem ſeu minus diſtabunt à parallelis, quam radii BC, ED; ſed in lentibus convexis, qualis eſt cryſtallinus, radii magis inter ſe inclinati, ſeu magis divergentes, tardiùs, hoc eſt ad majorem diſtantiam uniuntur: ergo quò propius admovebitur ſpeculo oculus, eò ad majorem diſtantiam radii ad idem objectum pertinentes, unientur.

PROPOSITIO XI.

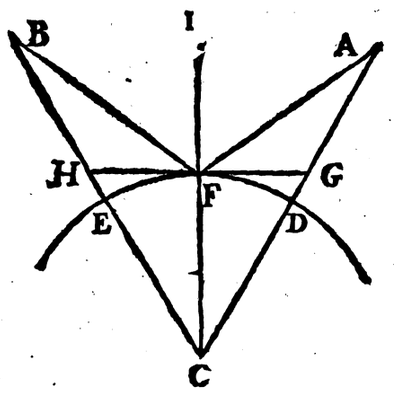
Theorema.

Si objectum, & oculus æqualiter à ſpeculo diſtent; punctum reflexionis æqualiter diſtat ab utráque cathete.



Objectum A, & oculus B, æqualiter à ſpeculo & conſequenter à centro ejus diſtent, ſintque catheti AC, BC ſecantes circulum, qui eſt communis ſectio ſuperficiei ſpeculi, & plani reflexionis

in puctis D & E, dico punctum reflexionis dividere arcum ED bifariàm. Sint enim arcus EF, FD



æquales, & per F ducatur HFG tangens circulum in F, ducantúrque lineæ CFI, FA, FB.

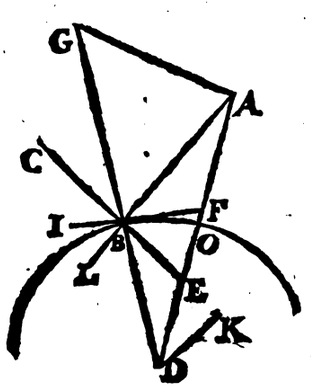
Demonstratio. In triangulis CFH, CFG, cum anguli in F recti sint & æquales, item anguli FCG, FCH, cum arcus E F, FD supponantur æquales, (*per* 24.1.) erunt cætera æqualia nempè latera HF, FG, anguli CGF, CHF, & consequenter anguli FGA, FHB reliqui ad duos rectos, item lineæ CG, CH, & reliquæ GA, HB. Jam verò in triangulis AGF, BHF, cum latera FG, FH; item AG, BH sint æqualia; & anguli AGF, BHF, sint ostensi æquales, erunt (*per* 4.1.) reliqua æqualia, nempè anguli AFG, BFH, qui cum sint anguli incidentiæ & reflexionis, reflexio facta ab objecto A, ad punctum F, perveniet ad oculum B, quod erat ostendendum.

PROPOSITIO XII.

Theorema.

Eadem est ratio totius catheti incidentiæ ad lineam interceptam, inter centrum speculi, & concursum radii reflexionis, quæ est distantiæ objecti à tangente, ad lineam interceptam, inter tangentem & concursum radii reflexionis, cum catheto incidentiæ.

Sit objectum A, cathetus incidentiæ AD, radius incidens AB, communis sectio speculi sit cir-



culus O B, sit B F tangens, radius reflexus C B, concurrat cum catheto incidentiæ supra centrum D, & infra tangentem BF, nempè in puncto E, dico ita esse AD ad DE; sicut AF ad FE, ducatur linea DBG, & AG parallela lineæ BE.

Demonstratio. Cum anguli A B F, C B I (*per* 2. *Suppositionem*) sint æquales, & CBI, FBE, oppositi ad verticem sint etiam æquales: erunt anguli ABF, FBE æquales, quare (*per* 3.6.) erit AF ad FE, ut AB ad BE, sunt autem AG, AB æquales. In parallelis AG, EC, sunt anguli alterni æquales, nempè G & C B G; hic autem angulo ABG est æqualis, ergo (*per* 5.1.) AB, AG sunt æquales. Rursus propter parallelas AG, & BE, ita est AG seu AB ad BE, sicut AD ad DE, quare ita est AD ad DE, sicut AF ad F E; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Idem probari poterat de radio incidentiæ respectu catheti reflexionis, ut si poneretur oculus in A, & objectum in puncto C.

PROPOSITIO XIII.

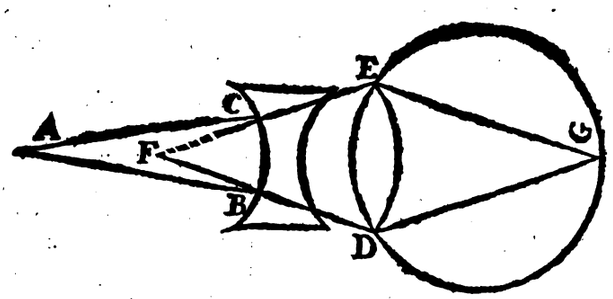
Theorema.

Locus imaginis in speculis sphæricis convexis.

Licèt jam aliqua dixerimus de hac materia, quæ in speculis planis facilè constituta est, hîc tamen adhuc exactius eam recoquere placuit, cum in his speculis sit peculiaris difficultas. Puto autem difficultatem hanc ex eo procedere, quod non satis perspectum sit, ex quo capite oriatur determinatio ad judicandum de distantia objecti ab oculo; etiam in visione directa, idcóque mirum non est si de reflexis, aut refractis vix quidquam omni ex parte certum constituere liceat. Unde ut nihil intentatum relinquamus, aliqua hic revocanda mihi sunt. Dico ergo quod si objectum per unicam tantum lineam in oculum radiaret, vix quidquam certi de illius ab oculo distantia judicare possemus: quia sive objectum longiùs secundum eam lineam ab oculo distaret, sive propriùs admoveretur, eandem semper oculi partem afficeret. Unde quoties de distantia judicium ferendum est, vel geminos advocamus oculos, vel certè pupillam unius oculi non ut indivisibilem consideramus; sed pro varia inclinatione radiorum, diversas pupillæ partes attingentium, distantiam percipi jam alias constituimus. Locus ergo in quo radii ab eadem objecti parte, etiam per reflexionem, ad diversas pupillæ partes emissi, unientur, is erit locus extra oculum, ex quo omnes oriri, & proficisci videbuntur; ille locus est is in quo tali objecti imago existere videbitur. De illis ergo tantum distantiis unus oculus benè cognoscet, sive reflexe, sive directè, ad quas pupillæ latitudo determinatam, & sensibilem aliquam rationem habebit.

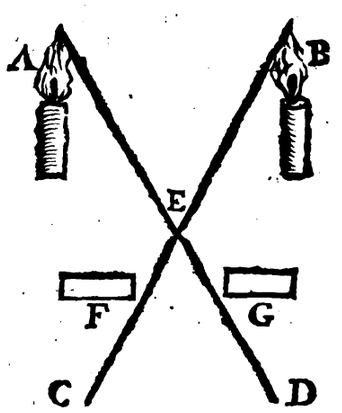
Diximus item ex eo posse oculum aliquo modo distantiam percipere, eò quòd ut objecta propiora distinctè perciperet, necessaria erat aliqua crystallini coarctatio, & conformatio in minorem sphæram, aut remotio retinæ ab eodem crystallino. Quod si accidat ut objecto remoto existente, radii tamen propter refractionem aut reflexionem, ita incidant in oculum, quasi esset in loco viciniori, in eo videbitur. Ut si objectum A, ita emittat radios AB, AC, & illi fracti propter lentem concavam ita in oculum incidant, ut radii D B, E C, producti conveniant in F; dico objectum A, videndum in F. Ratio est quia si objectum

Digitized by Google



jectum A esset in F, & directè radiaret per radios F D, FE, videretur in puncto F, ex quocumque tandem capite oriatur determinatio oculi ad percipiendam distantiam, ergo cum refractè per eosdem radios DB, CE in oculum radiet, videbitur in puncto F. Ex quo sequitur objectum videndum esse in puncto concursûs radiorum ad diversas partes retinæ appellentium, si tamen nulla habeatur ratio aliarum circumstantiarum, nempè aut corporum interjectorum, aut magnitudinis; nam aliquando accidet, tunc objectum minui & in tali casu si magnitudinis ratio habeatur videbitur remotius esse.

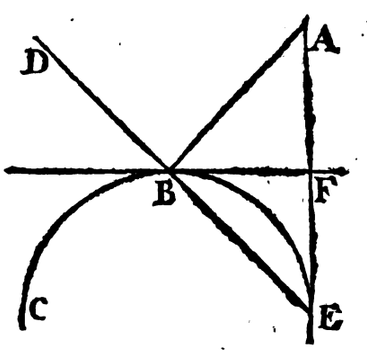
Certius est judicium de distantia quod ex duobus oculis desumitur, ita ut licèt vi unius oculi judicaretur objectum distare, vi tamen duorum judicabitur in alio loco. Jam attuli hujus rei exemplum satis luculentum in visione directa, quod hic repeto, eo quod ad institutum nostrum multum fa-



ciat. Sint faces A & B, supra mensam æqualiter altæ, sintque oculi C & D duobus, aut tribus pedibus ab iis distantes, sintque corpora opaca F & G, ita interjecta ut oculus C sinister, facem dextram B tantum videre possit, & vicissim oculus D facem A. Si oculo D intueamur facem A, simpliciter ea videbitur in suo proprio loco, oculo C interea feriante; cum axis ejus opticus ad facem A directus, intercipiatur corpore opaco F. Detorqueantur axes Optici, ut oculus C per axem Opticum facem B respiciat, & oculus D facem A, tunc ille duæ faces videbuntur coalescere in unicam facem, in loco E existentem. Ex quo experimento facili, & indubitato, concludo eam determinationem quæ ex duobus oculis procedit, esse fortiorem ad assignandum objecto locum proprium, seu potentiorem, quàm quæ ex radiis ad diversas pupillæ partes appellentibus desumitur. Duplex igitur restat via ad determinandum locum imaginis in quibuscúmque speculis. Prima erit locus in quo concurrent extra oculum radii ejus objecti ad diversa pupillæ puncta producti. Secunda erit si notemus locum in quo concurrent duo radii reflexi, ad duos oculos ducti.

Hic triplicem invenio opinionem. Prima, quæ à Vitellone Alhazeno, & veteribus assumitur tanquam principium, nempe locum imaginis cujuscumque objecti per reflexionem visi esse in concursu radii reflexionis cum catheto incidentiæ, quam recenter aliqui revocarunt in dubium. Præsertim verò Stevinus qui existimavit locum imaginis esse in concursu lineæ reflexionis cum catheto incidentiæ, non ad superficiem speculi, sed ad planum tangens speculum in puncto reflexionis perpendiculariter ducta.

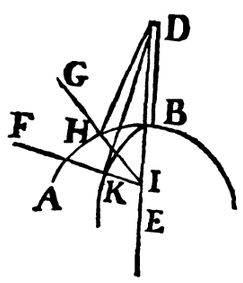
Ut eorum igitur rationes expendamus, & quantum fieri potest aliquid certi in hac materia constituamus, incipiamus à Stevino. Sit igitur



objectum A, speculum convexum B C, punctum reflexionis B, sit oculus D, per punctum B, intelligatur planum aliquod tangens speculum, cujus communis sectio cum superficie reflexionis, sit linea BF, & circulus C B sit communis sectio speculi, & ejusdem superficiei; ducatur cathetus AF, sintque lineæ AF, FE, æquales. Dicit locum imaginis objecti A, esse punctum E. Ratio quam affert est hæc, quod punctum B sit commune plano B F, & superficiei sphæricæ C B; ergo sicut reflexio eodem modo fit in utroque; ita etiam debet idem esse locus imaginis. Sibi deinde objicit hoc repugnare experientiæ: sequeretur enim objecta visum iri ut plurimum extra speculum, cum tamen vix unquam spectentur extra speculum: si nempe sit perfectus globus, respondet quod licet punctum imaginis sit punctum E, non tamen in puncto E videbitur objectum; sed hoc est ludere in æquivoco, voco enim locum imaginis eum in quo spectatur objectum. Ad rationem autem quam attulit, facilè respondebo, concedendo punctum B esse commune superficiei sphæricæ, & plano tangenti per illud ducto, item eodem modo fieri in puncto B reflexionem, sive in superficie plana, sive in curva consideretur. Sed nego etiam in reflexione factâ in speculo plano, si

ſi unicus tantum & indiviſibilis radius reflexionis daretur, quod objectum repræſentaret in puncto E. Repræſentabitur ergo in puncto E, ſi conſideretur radius reflexionis cum aliqua craſſitie, ita ut impleat totam pupillam, eodem enim modo in ſpeculis planis afficitur oculus pluribus radiis reflexis, ac ſi re vera objectum eſſet in puncto E, cum omnes producti in puncto E concurrant. Quod ſi conſiderentur plures radii reflexi à diverſis ſpeculi plani partibus; omnes non concurrent in puncto E, ſed in aliquo alio; ergo nihil concludit contra communem ſententiam, donec oſtendat diverſos radios reflexos concurrere in puncto E quod nunquam faciet. Ideoque puto hunc modum Stevini eſſe inefficacem. Hanc item methodum probare conatur ab eodem allata experientia, quam ſæpe capere tentavi: nunquam tamen mihi ſucceſſit. Dicit ergo quod ſi aliquod objectum illuſtre qualis eſt fax accenſa, de nocte in ſpeculo convexo ſpectare velis, ſi ea fax non ſit in eodem plano in quo ſunt oculi & centrum ſpeculi, quod geminata apparebit illa fax, neque unquam quacumque detorſione axium Opticorum in unam eandemque coaleſcere poterit. Non moror quomodo hoc ad inſtitutum ejus faciat; ſed contendo id non contingere, atque ad hoc tentandum lectorem invito. Quare ad antiquam ſententiam explicandam accedo, quæ enim à Keplero afferuntur in contrarium, ſunt tantum limitationes aliquæ communis ſententiæ.

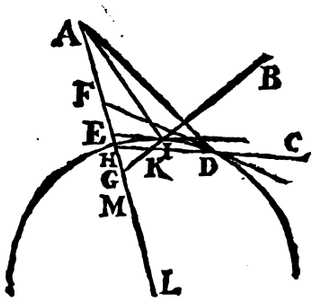
Alhazen & alii poſt ipſum, aſſumpſerunt tanquam axioma, locum imaginis eſſe in communi concurſu radii reflexionis cum catheto incidentiæ, quod experientiâ potiùs comprobarunt, quàm ulla ratione. Experientia autem ita habet. Sit ſpeculi cujuſcumque verbi gratia convexi ſuperficies AB, ſuper quam ad angulos rectos erigatur regulæ alicujus linea ultima, ita ut producta tendat in centrum E; ex quocumque loco ſpectetur reflexè punctum D, immò tota linea BD, videtur ſecundum lineam BE, quæ conſtituat ſemper unicam lineam cum ipſa BD; ſed hoc fieri non poteſt, quin punctum D, & quodcumque aliud videatur in concurſu radii reflexi, cum catheto incidentiæ; ergo locus imaginis aſſignandus eſt in eo concurſu. Sit enim radius reflexus HG, per quem videatur punctum D. Primò certum eſt videri punctum D per ultimum radium per centrum oculi tranſeuntem. Suppono enim GH eſſe axem Opticum ipſius oculi; ergo videbitur punctum D, in aliquo puncto lineæ HI, experientiâ etiam conſtat apparere in linea BI: igitur locus in quo videbitur, ſeu locus imaginis erit in puncto I.



Probatur deinde ratione. Sint duo puncta G & F, vel plura ejuſdem pupillæ in diverſo plano tranſeunte per centrum ſpeculi E, & per objectum D, illud utrumque planum erit planum reflexionis, unum quidem in quo erit radius HG, & alius in quo erit radius KF. Sit autem plani DEH, & ſpeculi communis ſectio circulus AHB, & plani FEB circulus KB; quia linea DE cathetus incidentiæ, eſt communis ſectio utriuſque plani, (*per 4.hujus*) uterque radius GH, KF, in diverſis illis ſuperficiebus exiſtentes concurrere non poſſunt, niſi in puncto aliquo communi utrique ſuperficiei. Sed nullum eſt punctum commune utrique ſuperficiei, nifi punctum aliquod catheti incidentiæ; ergo vel non concurrunt omnino vel concurrunt in catheto incidentiæ, ideoque concurrent quidem ſi arcus KB, KH ſint æquales: ſi verò ſint inæquales oſtendam non omnino concurrere, ſed non longe à puncto I, utrumque in catheto terminari, ideoque ferè eodem modo affici pupillam, ac ſi objectum circa punctum I exiſteret.

Quod ſi duo oculi adhibeantur, meliùs & præciſius de loco imaginis feretur judicium. Sint enim duo oculi F & G, in diverſis planis reflexivis poſiti, ut communiter accidit, licet in eodem etiam eſſe poſſint, neceſſariò objectum videbitur eſſe in radio GH, item in radio FI, qui radii cum ſupponantur eſſe in diverſis ſuperficiebus in quibus (*per primam Suppoſ.*) eſt etiam cathetus incidentiæ DE, non poſſunt alibi concurrere niſi in catheto incidentiæ, quæ communis eſt utriuſque plani ſectio. Ergo ſi objectum unicum appareat, videbitur in aliquo puncto catheti incidentiæ, in quo radii reflexi, aut re vera concurrunt, aut certè non multùm abſunt à concurſu.

Si verò oculi ſint in eadem ſuperficie reflexionis, ideoque inæqualiter abſint à catheto incidentiæ, fateor radios reflexos uniri ante cathetum incidentiæ, & hæc eſt exceptio quam habet Keplerus, quam tamen ante ipſum præviderat ipſe Vitello. Sit ergo objectum A, oculi in eadem ſuperficie reflexionis exiſtentes B, & C, puncta reflexionis I, D, per quæ ducantur tangentes circulum qui eſt ſectio communis ſuperficiei reflexionis, & ſpeculi; ſintque EI, DF, radij autem reflexionis BIG, CDK. Centrum ſpeculi ſit L. Dico radium CD, productum ſecare cathetum incidentiæ ſupra punctum G in H, atque adeo jam ante concurriſſe in puncto K, cum radio BIG producto.



Demonſtratio. Tangens DF, neceſſariò cadit ſupra punctum E, nempe in F; eſt ergo AF minor quam AE. Oſtendo autem radium CD, productum cadere non poſſe neque in punctum G, neque infra punctum G, ut in M; ergo cadit ſuprà. Cadat enim in punctum G, quia (*per præcedentem,*) eſt ut AL ad LG; ita AE ad EG, & pariter eſſet ut AL ad LG, ita AF ad FG, ſi radius CD concurreret in G, igitur eſſet ut AE ad EG, ita AF ad FG, quod implicat. Nam cum prima ſit major tertiâ; ſecunda etiam major eſſet quartâ, pars toto; quod implicat.

Secundò

Digitized by Google

Secundò neque cadet infra punctum G, ut in M. Est enim ut AL ad GL; ita AE ad EG; sed AL ad GL minorem habet rationem quam AL ad GM minorem, ut autem AL ad GM; ita AF ad FM, (*per præcedentem*) : igitur major esset ratio AF, minoris ad majorem FM, quam AE majoris ad EG minorem; quod etiam implicat. Igitur radius CD, productus concurrit cum catheto incidentiæ supra punctum G. Igitur cum supponatur esse in eodem plano, jam cum illo concurrerit in puncto K., atque adeo tunc objectum videbitur extra cathetum incidentiæ.

Hoc viderant Alhazen & Vitellio, nisi tamen fit notabiliter major inclinatio unius radij reflexionis, quàm alterius, non erit notabilis illa diversitas. Ideoque saltem pro uno oculo benè poterit constitui locus imagini in catheto incidentiæ, quia plures lineæ reflexionis in diversas partes pupillæ incidentes, conveniunt in catheto, & propter exiguam latitudinem ipsius pupillæ in eodem physicè puncto. Adde quod in determinando loco objecti, præcipuam vim habet axis Opticus, seu medius ille radius. Idem dico si distantia duorum oculorum non habeat notabilem rationem ad ipsam curvitatem speculi. Possumus igitur assumere tanquam indubitatum locum imaginis in speculis convexis, esse in catheto incidentiæ.

PROPOSITIO XIV.

Theorema.

Major est distantia imaginis à centro quàm à puncto reflexionis.

Sit locus imaginis in puncto E, (*figuræ prop.* 12.) dico majorem esse lineam DE lineâ BE. Ducatur enim DK, parallela lineæ AB, quæ debet cadere infra lineam AD, alioquin concurreret cum linea AB.

Demonstratio. (*Per* 28.1.) anguli alterni LBD, BDK sunt æquales; L B D autem & D B E, æqualibus CBG, ABG, oppositi adverticem, sunt etiam æquales; igitur anguli DBE, BDK sunt æquales, sed angulus BDK, est major angulo BDE, quare angulus DBE, eodem angulo BDE major erit; ideóque (*per* 19. 1.) latus DE latere BE majus erat. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

Major est distantia objecti ad speculum convexum, quam imaginis ad idem speculum.

Sit in eadem (*figura prop.* 12.) objectum A; locus imaginis E, dico majorem esse distantiam AO, quam OE.

Demonstratio. Cum enim (*per* 12.) sit ut AD ad DE, ita AF ad FE, & AD sit major quam ED, AF etiam major erit quam FE; ergo multò major erit AO quàm OE. Quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Sequitur item majorem esse distantiam objecti à tangente, quam tangentis ad imaginem. Ostendi enim AF majorem esse quàm FE.

PROPOSITIO XVI.

Theorema.

Distantia imaginis à centro major est dimidiâ parte semidiametri.

In eadem (*figura propositionis* 12.) sit locus imaginis E, dico lineam DE, majorem esse linea EO.

Demonstratio. Quia est ut AD ad DE, ita AF ad FE; erit etiam alternando ut AD ad AF; ita DE ad EF. Prima autem est major secunda, totum parte; ergo & tertia ED major erit quarta EF; ergo multò major erit quam EO; quare semper locus imaginis magis distat à centro quam dimidia parte semidiametri; quod erat ostendendum.

COROLLARIUM.

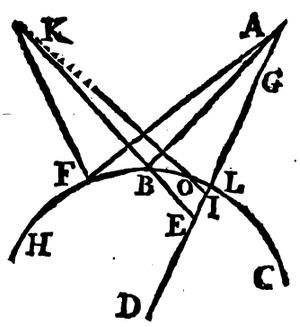
Locus imaginis magis accedit ad tangentem quam ad centrum circuli.

PROPOSITIO XVII.

Theorema.

Puncti remotioris à speculo in eodem catheto incidentiæ assumpti, imago vicinior est centro, quam puncti minùs remoti.

Sit communis sectio speculi & plani reflexionis circulus BC, cathetus reflexionis sit AD, locus imaginis objecti A sit E, dico si detur aliud punctum G in eodem catheto, quod sit vicinius speculo, illius imago erit remotior à centro, nempe in I.



Demonstratio. Quoniam puncta A & G sunt in eodem catheto incidentiæ, & superficie reflexionis ductæ per AD, & per cathetum reflexionis, eadem erit utriusque superficies reflexionis; sit ergo hæc circulus BC, sitque punctum reflexionis quo reflectitur punctum A ad oculum K, punctum B; dico punctum reflexionis respectu puncti G, primò non esse punctum B. Si enim intelligatur duci linea GB, esset angulus GBC, minor angulo ABC, ideóque non poterit radius KB esse radius reflexionis, alioquin esset angulus KBF æqualis, tam angulo ABC, quàm angulo GBC, majori & minori; quod implicat. Non etiam punctum reflexionis, quo puncti G radius reflectetur ad oculum K, erit ultra B ut in F. Ostendimus enim (*propos. 6. hujus*) si ducantur radij AF, FK, angulum AFB, minorem esse angulo FKG, sed si

Digitized by Google

intelligatur duci linea GF, multò magis esset angulus GFB, minor angulo KFH ; ergo punctum G, non reflectetur à puncto F ad oculum K. Igitur punctum reflexionis erit inter B & L, ut in O. Quare ductis lineis KBE, KOI punctum I (*per 13.*) erit imago objecti G. Ergo magis distabit à centro quam imago E. Quod erat ostendendum.

COROLLARIUM.

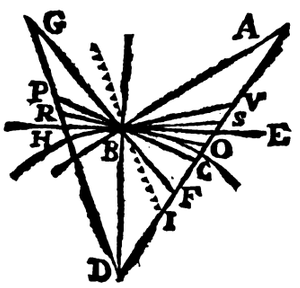
Ex hac propositione sequitur imagines ad speculum convexum perpendiculares eversas apparere.

PROPOSITIO XVIII.

Theorema.

Locus imaginis aliquando intrà speculum, aliquando in superficie speculi, & aliquando extra speculum apparet.

Sit linea quæcumque AD, quæ per D, centrum speculi sphærici transeat, sumaturque extra illam



punctum quodcumque B, sitque maximus circulus BC in superficie speculi, ducaturque BE, tangens illum circulum in puncto B. Sitque angulus BDG, angulo BDA æqualis. Sumatur quodcumque punctum F, quod sit vicinius puncto E, quam centro D, ducaturque FBG, sitque angulo GBH angulus ABE æqualis, dico radium BA, concurrere cum linea DA producta, & punctum A videndum reflexè in puncto F.

Demonstratio. Cum DF ad FE majorem habeat rationem quam BH ad BE, (*per 4. 6.*) BF, non erit parallela, divisa enim BE, bifariam in I, BI & GD parallelæ essent ; ergo FB concurret cum linea BH producta. Quia autem anguli GBD, ABD sunt æquales, item BDG, BDA, & BDG, GBD, sunt duobus rectis minores cum lineæ, GB, GD concurrent etiam lineæ BA, DA & (*per 13.*) locus imaginis puncti A erit in puncto F intrà speculum, oculo in G posito. Secundò ex puncto C ducatur linea CBP, & angulo PBH, fiat æqualis EBV, oculo posito in P ; imago puncti V erit in C, in ipsa superficie speculi. Denique oculo posito in R, imago objecti erit in O, sed ut verum fatear, dum objectum ita obliquè per reflexionem, spectatur vix quidquam certi statuere possumus, ideoque vix unquam potui illud spectare extra speculum ; sed tantum intrà, aut in ipsa speculi superficie.

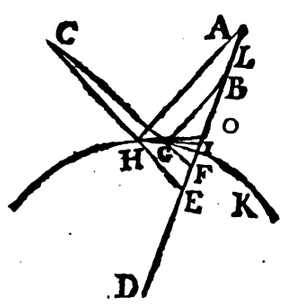
PROPOSITIO XIX.

Theorema.

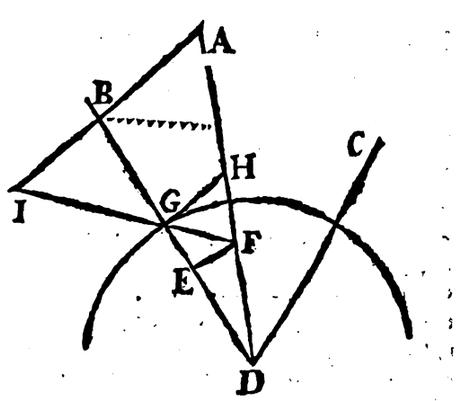
In speculis convexis, imagines objectorum ipsis objectis minores apparent.

In speculo convexo HGK, sit primò linea AD, quæ per centrum D speculi transeat, sumaturque in ea, linea AB, quæ ita in speculo appareat ut E, sit locus imaginis puncti A, & F, puncti B, debet enim (*per 16.*) esse eversa ejus imago. Eritque EF totalis imago, quam probare volo esse minorem linea AB. Sint puncta reflexionum H & G, ducanturque tangentes HO, GI.

Demonstratio. Ita est (*per 12.*) AD ad DE ; ut AO ad OE, item ita est AD ad DF, ut AI ad IF,



sed major est ratio AD ad DE minorem ; quam ad DF. Igitur major est ratio AO ad OE quam BI ad IF ; sed adhuc majòr est ratio AI ad IE ; quam AO ad OE. Igitur major est ratio AI ad IE, quam BI ad IF, & alternando major erit ratio AI ad BI ; quam IE ad IF. *Abscindatur* ex AI linea IL, ita ut eadem sit ratio LI ad BI, quæ IE ad IF ; erit dividendo eadem ratio BI ad BL, quæ IF ad FE, sed BI, major est quam IF, (*per corol. 15. hujus*) ergo & BL, quam EF major erit ; ergo multò magis BA major erit, quam EF. Quod erat demonstrandum.



Si verò linea AB producta, non transeat per centrum D, ducantur catheti incidentiæ AD, BD, Sitque imago puncti A punctum F, & puncti B punctum E, eritque EF imago totius AB, quæ vel erit parallela ipsi AB, vel non erit autem parallela, si catheti AD, BD æqualiter ab oculo C removeantur, hoc est cum anguli ADC, BDC æquales erunt, & tunc puncta A & B erunt in diversis superficiebus reflexivis. In quo casu clarum est imaginem EF, esse minorem linea AB. Cum enim AB, EF sint parallelæ, erit (*per 4. 6.*) ut DE ad

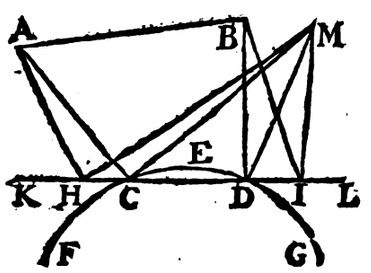
DB

Digitized by Google

DB, ita EF ad AB; ſed ED minor eſt linea AB, igitur EF, eâdem AB minor erit.

Quod ſi imago non ſit parallela lineæ AB; ſit hæc imago FG, quæ producta concurrat cum linea AB, in puncto I, & per G ducatur GH, ipſi AB parallela, tunc vel angulus GFH erit major, quàm GHF, vel æqualis, vel minor. Si ſit major, ut ſi eſſet obtuſus, linea GH major eſſet quam linea GF, (*per* 19. 1.) ſed (*per* 4.6.) ita eſt GD ad DB; ut GH ad BA; quare GH, minor eſt quam AB, & conſequenter GF minor eſſet quam AB. Idem probabitur ſi anguli GFH, GHF ſint æquales; lineæ etiam GH, GF æquales erunt, & cum GH probetur minor, quàm AB; GF, in tali caſu minor erit. Solus reſtat caſus in quo linea GF, ita obliqua eſſet ut angulus CFH multò minor eſſet quam GHF, & hoc non poteſt accidere, niſi GF ſit valdè obliqua, & ab oculo C ita obliquè ſpectetur, ut quantum in longitudinem creſcat, tantum decreſcat propter obliquitatem quâ ſpectatur. Ita ut vix quidquam certi de ejus magnitudine ſtatui poſſit.

Poteſt item hæc propoſitio univerſaliùs probari hoc modo. Sit magnitudo AB, quæ reflexè videatur ab oculo M, per reflexionem factam in ſpeculo convexo FCDG, ita ut radij AC, CM, & radij BD, DM, reflectantur ad oculum M, & radius CMD, ſit ille ſub quo videtur magnitudo AB. Dico ſi eadem magnitudo directè ſpectaretur, majorem appareret. Nam ſi videretur ex puncto M, per reflexionem factam à ſpeculo plano, per puncta C, & D tranſeunte; apparens ejus magnitudo æqua-



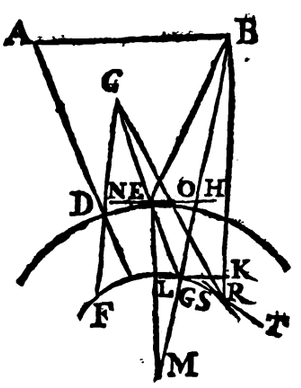
lis eſſet veræ, (*per* 16. *præcedentis libri*) ſed ſpectata per reflexionem factam in ſpeculo convexo, apparebit minor; quod ita oſtendo. Cum anguli ACF, MCE ſint æquales, & angulo ACF angulus ACK ſit minor; angulo autem ACE angulus ACD ſit major; anguli ACK, MCD inæquales erunt, ideóque punctum reflexionis in ſpeculo plano, in quo objectum A reflectetur ad oculum M, non erit punctum C. Sed neque erit inter CD, quia ſemper angulus incidentiæ fieret minor angulo ACK, & angulus reflexionis ſemper major angulo MGD; cum tamen anguli ACK, MCD, jam ſint inæquales eò quòd angulus ACK, minor ſit angulo MCD; ergo ut reflexio fiat ad angulos æquales, fieri debet in alio puncto extra C. Sit igitur illud punctum H, eodem modo oſtendam reflexionem objecti B, in ſpeculo plano fieri ultra punctum D, nempe in I; ergo magnitudo AB, reflexè viſa, reflexione in ſpeculo plano factâ, videbitur ſub angulo HMI; reflexè autem viſa ad ſpeculum convexum, videbitur per angulum CMD; ſed angulus CMD, minor eſt angulo HMI; ergo magnitudo AB videbitur ſub minori angulo, in ſpeculo convexo, quam in plano; in plano (*per* 16 *præcedentis*) videbatur æqualis realitati; ergo ſub minori angulo videbitur in ſpeculo convexo. Videbitur item in minori diſtantia à ſpeculo, quam in reflexione facta in ſpeculo plano (*per* 15. *hujus*) ergo imago rei in convexis videbitur, & ſub minori angulo & propinquior; quod autem ita videtur non poteſt non apparere minus; igitur imagines objectorum in ſpeculis convexis minores apparent magnitudinibus realibus.

PROPOSITIO XX.

Theorema.

In minori ſpeculo convexo, imagines apparent minores, quàm in majori.

Sit quantitas objectiva AB, oculus C, ſpecula convexa DE majus, ſeu majoris ſphæræ, ſegmentum FG minus. Sint autem concentricè poſita; ita ut ſit eorum centrum commune M. Dico quantitatem AB, in minori ſpeculo minorem apparere, ſeu ſub minori angulo. Sint enim radii inci-



dentiæ in ſpeculo majori, radij AD, BE, & reflexionis DC, EC. Sitque tangens HE, producantur radii reflexionis CD, CE, donec ſecent minus ſpeculum in punctis F & G. Oſtendere volo puncta reflexionis in minori ſpeculo, debere neceſſariò eſſe inter F & G, & conſequenter angulum comprehenſum in angulo C ſub radiis reflexionis, minorem eſſe angulo DCE. Ducatur enim linea LK, parallela lineæ tangenti NH; ducanturque lineæ ME, MG, & GB.

Demonſtratio. (*Per* 1. *Supp.*) ſunt anguli NEC, BEH æquales, cum autem lineæ NH, LG, ſint factæ parallelæ (*per* 28. 1.) anguli NEC, LGE æquales erunt. Angulus item BGK angulo BOH æqualis eſt; BOH (*per* 16. 1.) angulo BEH major eſt: igitur angulus BGK angulo LGE major eſt. Si autem in puncto G duceretur tangens circulum, fieret adhuc angulus incidentiæ major angulo BGK, & angulus incidentiæ minor angulo CGL: ergo in puncto G non poteſt objectum B, reflecti ad oculum C. Eodem modo oſtendam non poſſe reflecti in puncto F. Sed neque poteſt fieri hæc reflexio ultra punctum G, v. g. in puncto R. Oſtendam enim angulum incidentiæ BRT, fieri adhuc majorem, & angulum reflexionis CRS fieri minorem. Nam angulus CGL major eſt (*per* 16. 1.) angulo CIS, & CIS major angulo CRS; patiter angulus BRT major eſt (*per eandem*) angulo CRS, & illi ad verticem oppoſito, qui major eſt angulo BGK; ergo multò magis angulus incidentiæ BRT major erit angulo reflexionis CRS. Igitur reflexio non poteſt fieri in aliquo puncto niſi

Digitized by Google

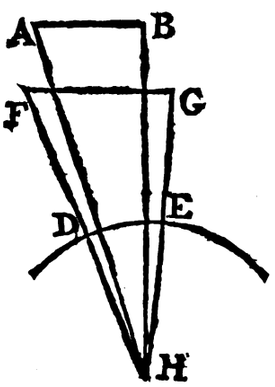
inter F & G, quare angulus sub quo videbitur objectum AB, per reflexionem ad minus speculum factam, minor erit angulo FCG, sub quo videtur in speculo majori ; igitur minor apparebit illius imago in minori speculo ; quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXI.

Theorema.

Oculo immoto, si objectum ad speculum accedat; major illius apparebit imago.

Sit objectum AB, ab immoto oculo spectatum, sitque speculum DE, accedat objectum in

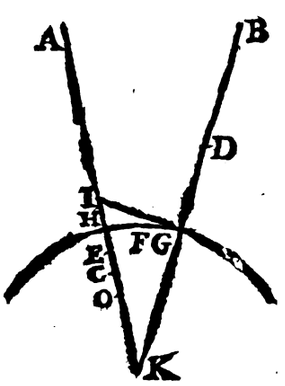


FG, dico ab oculo objecti FG videndum esse majorem imaginem quam objecti AB. Et primò quidem clarum est angulum DHE, majorem esse angulo AHB. Deinde cum punctum F sit vicinius speculo, erit etiam ejus imago vicinior speculo quam imago puncti A. Idem ostendam de imagine puncti G. Cum ergo imago objecti G terminetur cathetis comprehendentibus angulum majorem & in majori à centro distantia, ea etiam major erit, consequenter major apparebit cum sit vicinior oculo.

PROPOSITIO XXII.

Theorema.

Oculo ad speculum convexum accedente imagines minus distant à superficie speculi; & majores apparent.



Sit objectum A, quod videatur ab oculo B, sitque illius imago in puncto C, accedat oculus ad speculum, ita ut sit in puncto D ; dico imaginem objecti A, fore viciniorem speculo, ut verbi gratia in puncto E. Sit enim punctum reflexionis F, in quo reflectitur objecti A ad oculum B, tunc punctum reflexionis respectu oculi D, non erit inter F & H. Si enim esset inter F & H, angulus incidentiæ fieret major quam in F, & consequenter angulus reflexionis, ideóque recederet à puncto B versùs A, ut ostendi facilè posset nisi clarum esset. Sit igitur G, punctum reflexionis remittens radium objecti A ad oculum D ; sintque tangentes FH, GI.

Demonstr. Ostendo imaginem puncti A, respectu oculi D, non posse esse neque in C, neque infra C, ut in puncto O, ideóque sequetur illam esse in puncto E supra C ; nam (*per 12. hujus*) ita est AK ad KC, ut AH ad HC, & rursus ita etiam esset AK ad KC ; ut AI ad IC, igitur ita esset AI ad IC, sicut AH ad HC ; & quia AI, prima minor est tertiâ AH ; secunda etiam IC, minor esset quartâ HC, totum parte, quod implicat. Ostendo item locum imaginis respectu oculi D, non esse in O. Sit enim si fieri potest, igitur ita est AK ad KC sicut AH ad HC ; & ita AK ad KO ; sicut AI ad IO, sed major est ratio AK ad KO ; quàm AK ad KC ; *igitur* major esset ratio AI ad IO ; quàm AH ad HC ; ergo multò major esset ratio AI ad HC minorem, quàm AH ad eandem HC, minoris ad eandem, quod implicat.

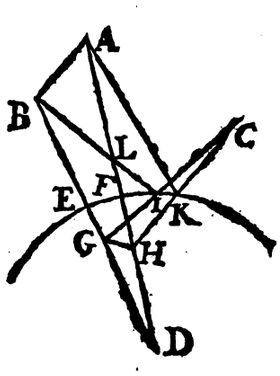
Ex quo sequitur imagines objectorum oculo viciniori speculo, apparituras majores. Cùm enim tàm oculus, quam imago fiant viciniores superficiei speculi, fiunt etiam viciniores inter se ; deinde cathetι incidentiæ diversarum partium objecti, quò magis removentur à centro speculi, eò etiam magis recedunt, & consequenter imagines fiunt majores ; sed majores imagines, & oculo viciniores, majores etiam apparere debent : ergo oculo ad speculum convexum accedente, imagines objectorum majores apparent, quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

In speculis convexis dextra apparent sinistra.

Sit objectum AB, oculus C, speculum convexum EFK, imago objecti AB sit GH ; dico si spectator



in puncto C, se convertat ad objectum AB, habeátque ad dexteram partem A, ad sinistram partem B, si se convertat ad imaginem, quod imago puncti dextri A, erit ipsi ad sinistram. Ductis enim cathetis,

Digitized by Google

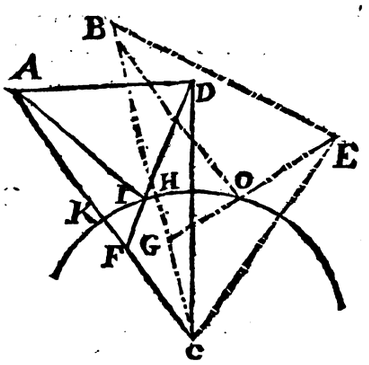
cathetis, oſtendam facilè quod poſito I, puncto reflexionis partis B, ad oculum C, non poterit ullum punctum lineæ LA reflecti ad oculum C, ita ut punctum reflexionis, ſit inter I & F; fieret enim angulus incidentiæ major quam B I F; & conſequenter angulus reflexionis recederet ab oculo C verſus A. Erit igitur punctum reflexionis quo pars A reflectitur ad oculum C, ultra punctum I ut in K; quare ſpectator in C poſitus, videbit punctum A per radium ſiniſtrum, reſpectu radii CI. Igitur imago puncti A dextri videbitur per radium ſiniſtrum, ſeu ad ſiniſtram; quare in convexis dextra apparent ſiniſtra, in eodem nempè ſenſu in quo in ſpeculis planis idem accidebat, quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XXIV.

Theorema.

Objecta æqualiter à centro ſpeculi, & ab oculo diſtantia, habent imagines, æqualiter à centro ſpeculi diſtantes.

Sint objecta A, & B, æqualiter à centro ſpeculi C diſtantia, ita ut lineæ AC, BC ſint æquales, æqualiter item ab oculis D & E diſtent. Hoc eſt anguli ACD, BCE ſint æquales; item ſint lineæ CD, CE æquales: ſintque imagines F & G; dico lineas CF, CG æquales eſſe.



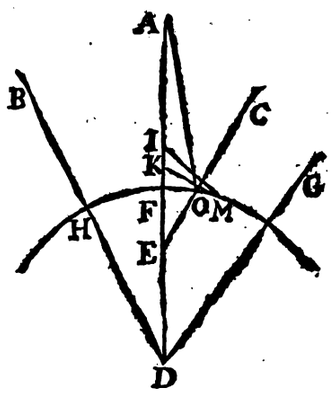
Demonſtr. Primò arcus KI, HO ſunt æquales. Si enim intelligatur B, transferri in A, ut lineæ BC & AC coincidant, in tali caſu CE, CD etiam congruent, & punctum E cum D, & conſequenter puncta reflexionis O & I congruent; vel non obſervabitur æqualitas angulorum; ergo etiam F & C, ergo CF, CG ſunt æquales.

PROPOSITIO XXV.

Theorema.

Objectorum æqualiter à ſpeculo convexo diſtantium, imago vicinioris oculo, vicinior eſt centro ſpeculi.

Sint duo objecta A & B æqualiter quidem à ſpeculo & centro ejus diſtantia, inæqualiter tamen ab oculo C, ita ut objectum A ſit vicinius oculo, dico imaginem objecti A viciniorem eſſe centro ſpeculi D, quam imaginem objecti B. Ponatur enim oculus G, tantum diſtans à ſpeculo, & ab objecto A, quantum oculus C diſtat ab objecto B, ſitque O punctum reflexionis, quo reflectitur objectum A ad oculum C, primò oſtendam ſicut priùs punctum reflexionis quo reflecti debet ob-



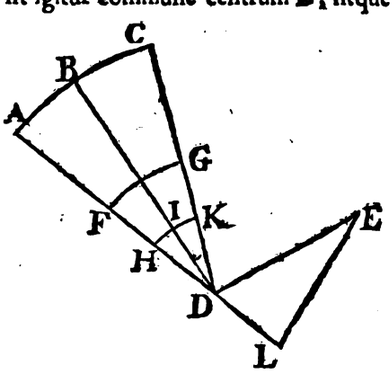
jectum A, ad oculum G, non poſſe eſſe inter F & O, quia angulus incidentiæ fieret major, & conſequenter radius reflexionis recederet magis ab oculo C verſus A; erit igitur ultra punctum O, verbi gratia in puncto M, ductiſque tangentibus OK, MI, oſtendam ſicut in 21. imaginem objecti A, reſpectu oculi G, remotiorem eſſe à centro, quam reſpectu oculi C. Sed ita eſt remota imago objecti B, reſpectu oculi C, ac imago objecti A, reſpectu oculi C, (*per præcedentem*) cum eandem habeant habitudinem, hoc eſt objecta A & C, æqualiter diſtent à centro, & pariter oculi C & G; item eadem ſit diſtantia oculi G à puncto A, quæ oculi C à puncto B; igitur magis erit remota à centro imago objecti B, quam objecti A, quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XXVI.

Theorema.

Circulus ſpeculo concentricus ita ſpectatus, ut linea ducta ab oculo ad centrum ſpeculi ſit ad illius planum recta, apparet ut circulus etiam concentricus.

Sit objectum circulus ABC ſpeculo concentricus; ſit igitur commune centrum D, ſitque oculus E, ita ut linea ED ſit ad planum circuli ABC recta, dico imaginem circuli ABC eſſe circularem, & eidem ſpeculo concentricam.



Demonſtratio. Sumantur quæcumque puncta A, B, C, in ſuperficie circuli, ducanturque lineæ AD BD, CD; ſintque imagines punctorum ABC; H, I, K, erunt (*per 23. hujus*) lineæ HD, ID, KD æquales; & hoc oſtendam de quibuſlibet aliis punctis circuli ABC, igitur imago illius, & circularis eſt, & ſpeculo concentrica; quod erat oſtendendum.

Digitized by Google

PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

Linea per centrum circuli tranſeuntis imago eſt linea recta.

Vide figuram præcedentem.

Sit linea AF, quæ producta tranſeat per centrum ſpeculi D; dico ejus imaginem eſſe lineam.

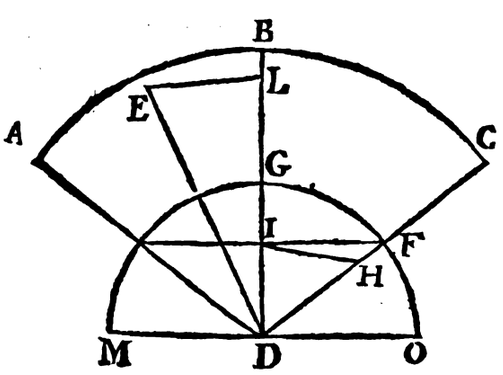
Demonſtratio. Cum imago cujuſlibet puncti lineæ AF, ſit in catheto incidentiæ, erit in lineâ FD; igitur tota imago erit linea; quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XXVIII.

Theorema.

Circulus ſpeculo concentricus ita ſpectatus, ut linea ab oculo ad ejus centrum ducta, obliquè incidat in ejus planum; circularem habet imaginem, ſed excentricam.

Sit in eadem figura circulus ABC ſpeculo concentricus; ſpectatus ab oculo E; ita tamen, ut angulus EDB ſit obliquus. Ponatur autem eſſe obtuſus & conſequenter perpendicularis ducta ab oculo E, ad planum circuli ABC, cadat in lineam BD, productam in L, dico imaginem ABC eſſe curvam ita ut concavitas ejus reſpiciat centrum. Cum enim ut (*Suppoſitione prima hujus libri*) oſtendimus, angulus EDB ſit maximus, erit imago puncti B, remotior à centro D, quam puncti A, & C (*per 24. hujus*) Si autem ſupponantur puncta A & C, æqualiter à puncto B diſtare, quia anguli EDA, EDC, æquales ſunt; erunt etiam imagines H & K, æqualiter à centro remotæ, minus tamen quam imago objecti A, unde adhuc convexitas ſequetur eundem ferè ſitum, quem habet objectum; ſed convexior erit.



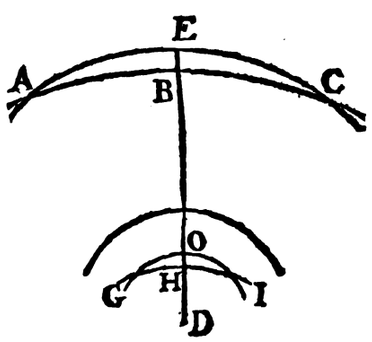
Denique iiſdem poſitis ſit oculus in E, ita ut angulus B D E ſit acutus, & perpendicularis ab oculo E in planum circuli objectivi ABC. Cadat in L, erit tunc angulus EDL minimus, &(*per 24. hujus*) erit imago puncti B, quæ ſit I vicinior centro, quàm imago puncti A aut C; neque tamen imago totalis erit linea recta. Sint enim arcus AB, BC quilibet ſexaginta graduum, ducaturque linea MO perpendicularis ad BD, cum linea EL ſit perpendicularis ad planum circuli ABC, omnia plana per ipſam ducta erunt ad idem planum ABC, recta (*per 18.11.*) quare planum ELD, ad planum A B C rectum eſt; ducta autem eſt linea DO, perpendicularis ad communem ſectionem D B; ideóque (*per 4. def. 11.*) angulus EDO rectus eſt, ſed angulus EDC minor eſt, ut probavimus (*ſuppoſitione prima hujus*,) quare anguli EDC, EDA minores ſunt rectis, & imago I magis diſtat à centro quam à peripheria circuli (*per 14. hujus*) Quare ſi per I duceretur perpendicularis I F, arcus FG minor eſſet gradibus ſexaginta, ut ex ſinubus patet, & ſaltem clarum eſt arcum FG, minorem eſſe quadrante. Ponamus lineam IF cadere in lineam DC, oſtendo imaginem puncti C, cadere intrà circulum; atque adeo non eſſe punctum F, ex quo ſequetur imaginem circuli A B C eſſe adhuc curvam. Cum enim angulus EBC, ſit oſtenſus, minor recto; adhuc imago puncti C cadet intra ſpeculum; tunc enim tantum cadit in ſuperficiem, cum angulus cathetorum eſt obtuſiſſimus; ergo cadet in H. Idem oſtendam de imagine puncti A; quare adhuc imago erit convexa non tamen concentrica ſpeculo, ſed minus convexa, quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XXIX.

Theorema.

Circulus in cujus plano centrum ſpeculi, & minus convexus, quàm circulus concentricus, habet imaginem convexam.

Sit circulus ABC, in cujus plano centrum ſpeculi D, qui ſit minus convexus quam circulus



AEC concentricus ſpeculo: dico ejus imaginem fore convexam. Sit enim imago circuli AEC, curva linea GHI, (*per 25. & 27. hujus*) ita ut imago puncti E, ſit H. Quia punctum B, vicinius eſt ſpeculo (*per 16 hujus*) illius imago erit remotior à centro, quam imago puncti E. Sit ergo illius imago punctum O, erit igitur imago totalis GOI, magis convexa, quam eſſet imago circuli concentrici.

Si verò daretur circulus magis convexus, quam concentricus, tanta poſſet eſſe ejus convexitas, ut ejus imago eſſet linea recta aut etiam concava.

PROPOSITIO XXX.

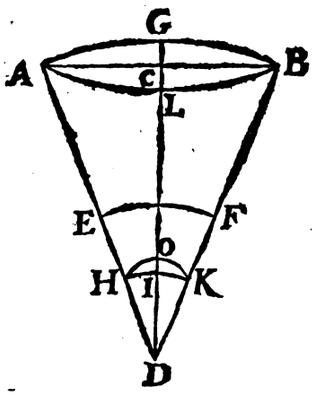
Theorema.

Omnis linea ſpeculum non ſecantis imago eſt convexa.

Sit linea AB, quæ producta ſpeculum non ſecet,

Digitized by Google

cet, dico illius imaginem esse convexam, ducatur enim ex centro speculi perpendicularis DC, su-



manturque lineæ CA, CB æquales, ducanturque lineæ AD, DB, quæ (*per* 4.1.) æquales erunt, sit communis sectio speculi, & plani ADB, circulus EF, tum ex D, ut centro, intervallo DB, describatur circulus concentricus AGB cujus imago (*per* 25. & 27.) sit linea convexa HIK, & punctum I sit imago puncti G. Quia autem punctum C, vicinius est speculo, quam punctum G, illius imago erit remotior à centro, sit ergo illius imago punctum O, erit igitur imago rectæ AB, linea convexa HOK.

PROPOSITIO XXXI.

Theorema.

Omnis circulus cujus convexitas speculum respicit, imaginem habet convexam.

Vide figuram præcedentem.

Sit in eadem figura circulus A L B, cujus convexitas, speculum E F respiciat; dico illius imaginem esse convexam; ducatur enim linea AB, cujus imago (*per præcedentem*) convexa erit; sed punctum L circuli vicinius est speculo, quam punctum C lineæ rectæ: ergo (*per* 16.) illins imago remotior erit à centro, ergo adhuc totalis imago magis convexa erit; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Hoc non tantum demonstratur de circulo, sed de quacumque alia figura convexa.

PROPOSITIO XXXII.

Theorema.

Imago circuli, in cujus plano centrum speculi convexi non existit, curvilinea est.

Vide figuram præcedentem.

Sit circulus A G B, in cujus plano non existat centrum speculi D, dico illius imaginem esse curvilineam. Sint enim imagines punctorum, A, B, C, puncta H O K.

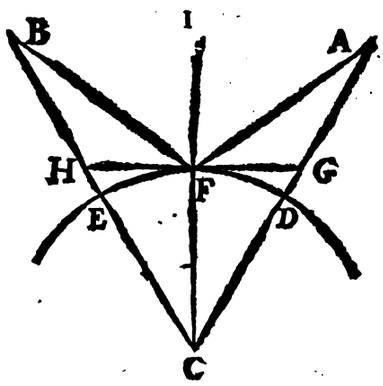
Demonstr. Cum lineæ A D, B D, G D, sint in diversis planis, impossibile erit ut linea recta conjungat tria puncta in iis sumpta, ergo HOK, non erit linea recta, sed curva.

PROPOSITIO XXXIII.

Theorema.

Linea speculum secans, aliquando ut punctum, aliquando ut recta linea, vel ut tantisper à recta deflectens appareat.

Sit primò linea A F, oculus B, ita ut anguli AFG, BFH sint æquales; dico lineam AF appari-



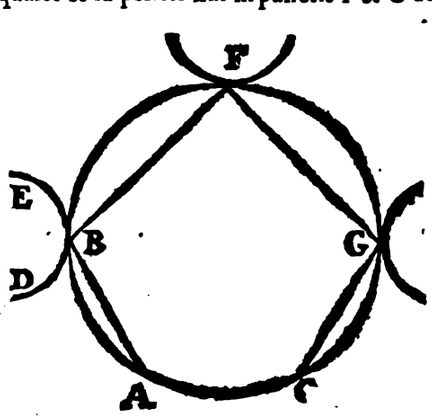
rituram ut punctum. Cum enim omnia & singula lineæ AF puncta, radient secundum eundem radium FB, impossibile erit ut videatur nisi unicum ejus punctum, si verò esset quæstio de linea A D per centrum transeunte, hæc (*per* 26.) tanquam linea recta appareret, si verò sit inter utramque, non multum deflecteret à recta.

PROPOSITIO XXXVI.

Thoerema.

Idem objectum per multiplicem reflexionem in speculis convexis factam videri potest.

Sit objectum A, oculus C, dico posse punctum A videri per quotcumque reflexiones factas in speculis convexis, ut si in puncto B, ita disponatur speculum convexum, ut anguli A B D, E B F sint æquales & id pariter fiat in punctis F & G donec



ultimus radius perveniat in oculum C, & poterit per hujusmodi reflexionē videri objectū A. Quare ea, quæ diximus de pluribus reflexionibus factis in speculis planis, etiam proportione servatâ applicari possunt speculis convexis, in quibus licèt imagines tantisper deformentur, nec servent omninò figuras objectorum; aptissima tamen sunt ea specula, ad exhibenda

Digitized by Google

exhibenda objecta, ut deinde facilius depingantur, In quo unum satis mitari non possum, quòd licèt objectorum imagines appareant semper, citra mediam partem diametri, ut ostendimus, quoties tamen de distantia objectorum judicare non possumus vi duplicis visionis, videntur objecta visa per reflexionem factam in speculo convexo, magis distare ab oculo quam si directè spectarentur. Puto autem verissimam hujus rei rationem esse. Primò quod objectorum imagines minores appareant, ex quo fit ut quoties judicium distantiæ nititur magnitudini apparenti, longiùs distare credamus, quæ minora apparent. Et certè nunquam mihi persuadere potuissem planitiei integræ quam spectabam in speculo convexo, imaginem non excurrere ultra mediam partem semidiametri: quod inde oriri deprehendi, quod non amplius judicium distantiæ, niteretur radiorum reflexorum inclinationi; sed imaginum magnitudini. Atque hoc modo intelligendæ sunt propositiones superiores. Hanc meam animadversionem confirmant multa, primùm quòd si de nocte respiciatur reflexè aliquod lumen etiam valdè diffitum, quia nulla potest haberi ratio, nec interjectorum corporum, nec umbrarum, & aliorum quæ plurimum possent juvare ad deceptionem; ideo videtur lumen illud non ultra dimidiam partem diametri, ut sæpè expertus sum. Aliud ergo quod distantiam majorem invehit in imagines, quam de facto deberent habere, si sola haberetur ratio inclinationis radiorum reflexorum, & quam solam hic considerare potuimus, est differentia colorum, & luminum in imaginibus, quæ objectorum colores & umbras perfectissimè imitantur. Si enim tabella benè elaborata, in qua omnes picturæ, & perspectivæ leges observatæ sunt, ita decipit, ut non ampliùs objecta in ipso tabellæ plano repræsentet sed maximam ipsis affingat distantiam; licèt si consuleremus radios à singulis illius picturæ partibus, emissos, benè asserere possemus, ea objecta videnda esse in ipso tabellæ plano. Ita & in nostro casu dicendum est, quod meliùs succedit, dum objectorum imagines in cubiculo clauso, per foramen lente convexâ exquisitâ instructum spectantur; tunc enim & objectorum distantiæ, concavitates cæteræque affectiones ita perfectè exhibentur, ut licèt singula objecta quoad radiorum inclinationem ita in oculos radient, ac si re vera in charta, existerent; propter perfectam tamen colorum & umbrarum expressionem, ea cum sua profunditate & distantia apparent.

Secundum quod adhuc hanc meam explicationem confirmat, est experientia, quod si objectum aliquod etiam diffitum non adeò magnum intueamur solum per reflexionem factam à speculo convexo, verè videbitur in catheto incidentiæ secundum regulas supra traditas. Si verò illud respiciamus simul cum aliis, præcipuè verò cùm magnitudinibus horizontalibus, ita ut per interjecta corpora ejus distantiam metiamur, non amplius in catheto incidentiæ, sed maximè distare videbitur. In superius autem assignatis propositionibus, spectavimus eum tantum objecti locum quem, habere debet propter radiorum reflexorum inclinationem, non autem eum quem propter deceptionem, ut ita dicam aliquam, & colorum objecti imitationem sibi vendicat.

DE SPECVLIS CONVEXIS, CYLINDRICIS ET CONICIS.

Sequitur ut aliquid dicamus de speculis convexis, mixtis ex convexo, & plano; neque singulas eorum species præcipuè irregulares persequi libet, essent enim infinitæ, sed regulares tantum. Invenio autem tantum cylindrica & conica, quæ certam in sua compositione normam & regulam observent; cætera verò si quæ sunt, aut ab his non multum aberrant, aut regularum nostrarum non sunt capacia, ideoque hæc explanare sufficiat.

SUPPOSITIO I.

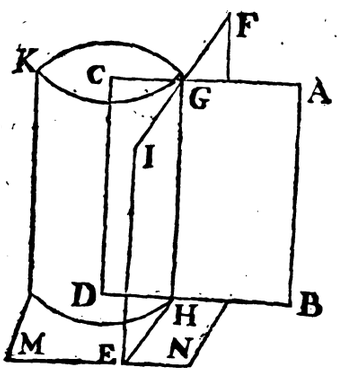
Huc revocanda est ea communis suppositio, quam planis & convexis speculis præmisimus, aut saltem huic materiæ adaptanda. Hæc autem ita habebat. Superficiem reflexionis esse ad superficiem speculi, rectam. Quia autem satis est difficile intelligere, quid significare velimus per superficiem planam, quæ ad superficiem speculi sit recta. Ideo ista ulteriori aliqua indigent explicatione. Primò quidem sciendum est, nos vocare superficiem reflexionis, eam, in qua est radius uterque tàm incidens, quàm reflexus. Cum hi radii in puncto reflexionis concurrant; superficies reflexiva, hæc tria sibi vendicabit puncta, nempe objectum, oculum, & punctum reflexionis. Eam autem *superficiem reflexionis*, ad *speculum* esse rectam, nihil est aliud quam esse rectam ad planum tangens speculum in puncto reflexionis. Ex quo fit ut ad illud planum tangens, ducta perpendicularis linea, ita se habeat, ut omnia plana per ipsam ducta, censeantur recta ad planum speculi. Ex quo etiam sequitur quod hæc linea perpendicularis, ad planum tangens, in puncto reflexionis, sit in eodem plano in quo radii incidentiæ, & reflexionis. Addo ulteriùs quòd planum contingens superficiem coni, aut cylindri, communem cum illo sectionem facit lineam rectam. Non possum hic conica Apollonii revocare, neque item ea supponere, sufficiat simplicem coni, aut cylindri generationem intueri: ut ea quæ sunt instituti nostri sufficienter intelligantur. Loquimur autem hîc præcipuè de cylindris, & conis rectis. Revocanda igitur, tàm cylindrorum quam conorum definitio, quæ habetur libro undecimo. Ex qua facilè intelligetur planum aliquod tangere cylindrum aut conum secundum aliquam lineam. Hæc autem vocetur linea longitudinis coni, aut cylindri.

Intelliges item facilè ex his, si objectum & oculus sint in eadem superficie plana quæ secet cylindrum aut conum per axem; quòd communis sectio, superficiei reflexionis, & coni, aut cylindri, erit linea recta, ut si detur planum AD in quo sit axis CD, & in eo plano sit objectum A, & oculus B, clarum quod ea superficies erit superficies reflexionis. Intelligatur enim planum EF tangens cylindrum ex generatione ipsius cylindri GH, erit communis sectio tam cylindri, quam planorum AD, EF. Et hoc etiam verum est in speculis conicis.

Si

Digitized by Google

Si verò oculus sit M & objectum N, sintque ambo in eadem superficie quæ sit parallela basi



cylindri; communis etiam sectio illius erit circulus, si tandem alio modo se habeant communis sectio in cylindro erit Ellypsis.

Suppono item in cylindricis speculis aut conicis lineam perpendicularem in quocumque superficiei puncto ductam, axem attingere, ut in puncto G ducatur perpendicularis ad superficiem cylindri, dico illam productam attingere axem, & in cylindro quidem res est clarissima: intelligatur enim planum tangens in G esse EF, linea GA debet esse recta ad planum E F, ergo anguli I G C, C G F sunt recti, igitur linea C G, (*per* 19.3.) transit per centrum circuli K C, ibi autem est axis, idem etiam facilè ostendes in cono.

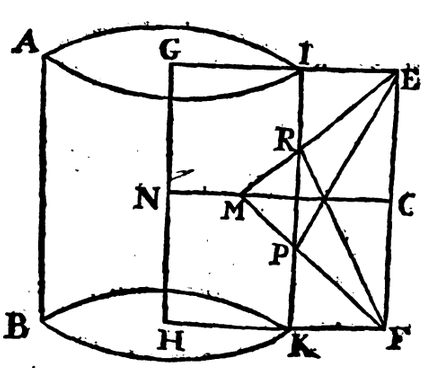
PROPOSITIO XXXV.

Theorema.

Unius objecti, ad eundem oculum, in cylindricis convexis, unicum est punctum reflexionis.

Sit speculum cylindricum ABKI, objectum E, oculus F, dico ab uno solùm puncto speculi cylindrici convexi, posse ad oculum F reflecti radium ab objecto E emissum. Ducitur enim EF quæ vel erit in eodem plano in quo axis, vel erit recta ad superficiem quæ per axem ducitur, vel neutrum erit, sed quomodocumque se habeat non potest reflexio fieri ab objecto E, ad oculum F in duobus punctis cylindri convexi.

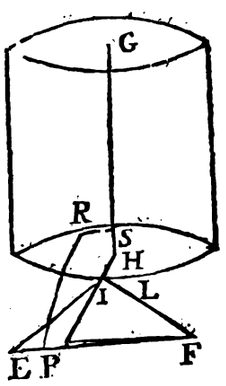
Sit primò linea EF in eodem plano in quo axis



GH, sitque communis sectio cylindri, & illius superficiei linea I K, primò illa sola superficies potest esse superficies reflexiva, sit enim alia si fieri potest in qua punctum M ita ut EMF dicatur esse reflexiva superficies; quia linea perpendicularis ducta per punctum reflexionis cadit in axem, sit hæc NM, quæ producta cadit necessariò in lineam E F ut in C. Igitur istæ duæ superficies reflexivæ habent communem sectionem E F, ergo nihil aliud habent commune; attamen haberent punctum N, & ostenderem in superficie HGEF, ducta lineâ N C duas lineas spatium claudere. Sed neque in linea K I assignari possunt duo puncta R, & P in quibus fiat reflexio; nam essent anguli E R F, K R F æquales; E R F autem (*per* 16.1.) major est quàm E P R, & consequenter, quam K P F; igitur & K R F, eodem KPF major erit, internus externo; quod fieri non potest per eandem 16.

Secundò sit linea E F in plano E I F ad quod axis rectus sit; dico nullum aliud assignare posse punctum in quo fiat reflexio, nisi in illo plano. Assignetur enim punctum R, ducaturque recta SR quæ sit perpendicularis ad planum tangens in puncto R, quæ cum axe HG facit angulum rectum P S H, & concurrit cum linea E F, ideoque poterit per illam duci planum aliquod ad quod GS sit recta, & consequenter quod sit parallelum plano E P F: igitur SR producta non concurrit cum EF. Quare assignari non potuit punctum R in quo fieret reflexio; sed neque aliud punctum L in eodem plano assignari poterit. Ostendimus enim in convexis sphæricis, quale esset circulus I L non posse fieri reflexionem ab eodem objecto ad eundem oculum in duobus punctis.

Denique quomodocumque disponatur oculus, & objectum quamcumque sectionem faciat cum cylindro, planum reflexionis, dato semel puncto



reflexionis, & æqualitate angulorum facilè ostendi potest, si fiat reflexio in quocumque alio puncto, ad oculum, destrui hanc æqualitatem angulorum incidentiæ, & reflexionis.

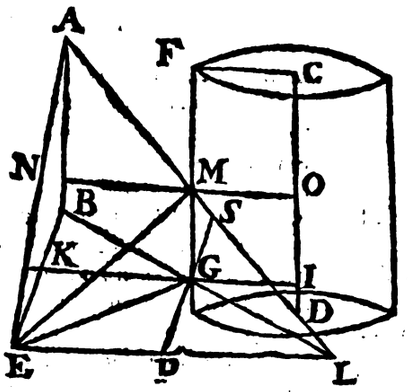
PROPOSITIO XXXVI.

Theorema.

Linea objectiva axi parallela, habet omnia puncta reflexionis quibus ad eundem oculum reflectitur in eadem linea speculi cylindrici, axi parallela.

Sit linea objectiva A B parallela axi cylindri C D; sitque oculus E, dico puncta reflexionis ad quæ reflectentur omnia puncta lineæ A B, esse in eadem linea FG. Intelligatur enim planum transiens per oculum E, & æquidistans basi cylindri,

illiusque communis sectio cum cylindro, sit circulus GH, quod planum productum secabit lineam AB, eam secet in puncto B. Punctum B reflectetur ad oculum E, ab aliquo puncto circuli GH. Sit illud punctum G, per quod ducatur linea IGK in eodem plano, eruntque anguli KGB, EGB, æquales, per ea quæ demonstrata sunt de speculis convexis, sphæricis. Producatur linea BG, donec lineæ BG, GL sint æquales, ducaturque linea LA ad quodcumque punctum A lineæ AB, hæc linea LA secabit lineam GF in puncto M, secabit autem quia AD, CM eidem CI sunt parallelæ: ergo & inter se & in eodem plano ABG; in quo etiam linea AL. (*per primam* 11.) dico in puncto M reflecti punctum A. Ducatur enim linea EM, & linea OMN parallela lineæ GI.



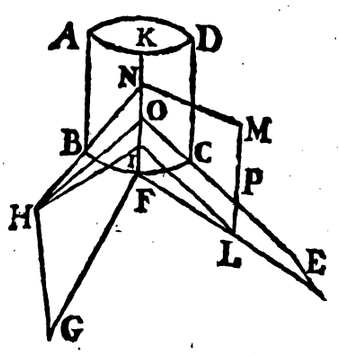
Demonstratio. Linea FG est recta ad planum BEL, cum sit parallela axi CI. Ideoque anguli EGM, LGM recti sunt; quare (*per* 4. 1.) erunt lineæ EM, ML æquales, per punctum G in plano EBG, ducatur GP tangens circulum GH. Anguli KGP, PGI recti, & ablatis æqualibus KGE, EGL, restabunt anguli EGP, PGL æquales. Æquales item sunt (*per* 5. *primi*) anguli GEL, GLE, cum lineæ GE, GL sint æquales; igitur anguli in puncto P sunt æquales. Quare parallelæ sunt KI, EL, parallelæ item sunt KI, NO (*ex constructione*;) igitur NO, EL sunt parallelæ; quare tam anguli internus, & externus NMA, ELM; quam alterni NME, MEL sunt æquales, sed anguli MEL, MLE sunt æquales (*per* 5. 1.) ergo anguli AMN, NME sunt æquales. Cum ergo punctum A sit in eadem superficie in qua oculus E, quæ est ad planum per punctum E tangens cylindrum recta, nam cum ad tale planum tangens linea OM sit recta, omnia etiam plana per ipsam ducta ad idem recta sunt; & anguli AMN, NME sunt æquales, punctum A in puncto M reflectetur ad oculum E. Idem ostendam de quibuslibet aliis punctis lineæ BA. ergo constat propositum.

PROPOSITIO XXXVII.

Theorema.

Linea in plano basis cylindri ducta, & cum ea angulum æqualem comprehendens, illi quem recta a puncto perpendiculariter respondente ipsi oculo ad eam ducta cum eadem basi comprehendit, ita ad oculum reflectitur ut ejus puncta reflexionis sint in linea axi parallela.

Sit cylindri ABCD basis BC, sitque in plano ejusdem basis linea EF, quæ ita ducatur ut à puncto G respondente perpendiculariter oculo



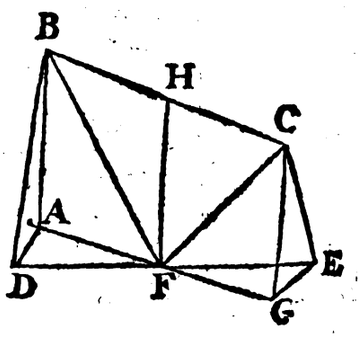
ductâ lineâ GF; anguli CFE, HFB, sint æquales, ducaturque per punctum F linea F K. Dico in linea FK esse omnia puncta reflexionis in quibus linea FE reflectetur ad oculum H. Exciteur enim linea LM parallela axi.

Demonstratio. (*Per præcedentem*) non tantum punctum L, sed tota linea LM habet sua puncta reflexionis in linea FK; sit igitur I punctum reflexionis, quo L reflectitur ad oculum H. Sit recta LM æqualis lineæ HG. Poterit intelligi per H & M planum parallelum basi quod erit planum reflexionis ut patet. Sit FN æqualis lineæ LM, erit N punctum reflexionis & (*per* 16. 11.) erunt NM, FL parallelæ. sit quodcumque aliud punctum P, quod cum sit demissius quam oculus N, erit planum per P & H ductum ad cylindrum rectum, seu planum reflexionis obliquum ad planum GFE; ideoque ejus communis sectio in plano FM & conveniet cum linea FE. Conveniat in E, eritque punctum O punctum reflexionis, tam puncti P, quàm puncti E, sed puncti P (*per præcedentem*) punctum reflexionis est in linea FK; ergo etiam puncti E, & ita de reliquis punctis lineæ FE: ergo tota FE: habet puncta reflexionis in linea FK.

LEMMA.

Si planum ad aliud rectum sit, in quo ducta sit perpendicularis ad aliud, cum qua duæ aliæ lineæ, æquales angulos faciant; æquales etiam angulos comprehendet cum linea in subjecto plano per punctum concursûs ductâ.

Sit planum ABCD rectum ad planum DAGE ad quod sit recta HF, sintque anguli BFH, HFC



æquales, & in plano DAEG ducatur linea DE; dico angulos BFD, CFE æquales esse. Fiant FB, FC æquales, & ex punctis B & C ad AG communem planorum sectionem demittantur perpendiculares

Digitized by Google

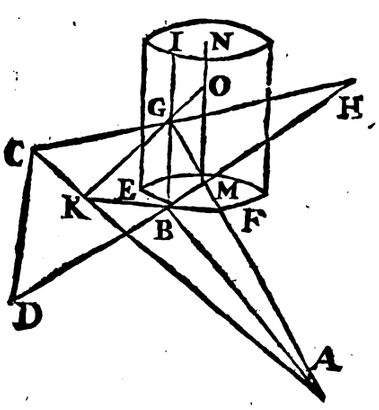
diculares BA, CG, quæ (*per* 4 *def* 11.) erunt rectæ ad planum DAEG, fiant DF, FE æquales, ducanturque lineæ æquales DA, GE, BD, CE.

Demonstratio. In triangulis BAF, FCG, cum anguli ad A & G sint recti, & anguli BFA, CFG æquales, & latera BF, FC sint æqualia, erunt (*per* 26. 1.) omnia æqualia, nempe AF, FG, DF, FE; In triangulis item AFD, EFG, cum anguli ad verticem sint æquales, & latera AF, FG, DF, FE, erunt (*per* 4. 1.) AD, GE æquales; item triangula BAD, CGE (*per* 4. 1.) habebunt bases BD, CE æquales. Denique triangula BFD, CFE (*per* 8. 1.) habebunt angulos BFD, CFE æquales; quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXXVIII.

Si cujuslibet lineæ ducta in plano basis cylindri, & comprehendentis cum ea angulum æqualem illi, quem linea pariter horizontalis oculo respondens cum eadem basi comprehendit, & radius incidens ducatur, radius reflexionis æqualem lineam post cylindrum; abscindet in posteriori, distantia illius puncti à cylindro.

Sit ut priùs linea AB in plano basis cylindri, sitque oculus C. Punctum D in plano basis cylin-



dri respondeat oculo, ita ut anguli DBE, ABF sint æquales. Sitque primæ illius lineæ punctum reflexionis G. Dico si ducatur radius incidens AG, & radius reflexionis CG, qui producatur donec concurrat in H cum linea DB productâ, lineas AB, BH æquales esse. Per punctum G ducatur perpendicularis GK.

Demonstratio. Cùm planum reflexionis CGA sit rectum ad planum tangens in puncto G, sitque linea quæcumque BI in eo plano ducta, & anguli CGK, KGA sint æquales; erunt (*per superius lemma*) anguli IGC, EGA æquales; sed IGC, & BGH oppositi ad verticem sunt etiam æquales, igitur anguli BGA, BGH æquales erunt, & cum linea BI sit parallela axi MN & (*per* 8. 11.) ad planum ABD recta erunt anguli GBH, GBA recti. Quare triangula GBA, GBH, duos angulos utrumque utrique æquales habentia, & latus adjacens, nempe CB commune, (*per* 26. 1.) habebunt latera AB BH æqualia. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXXIX.

Theorema.

De loco imaginis in speculis cylindricis convexis.

Vide figuram præcedentem.

Est satis difficilè constituere locum imaginis in hujusmodi speculis, quia est difficilè assignare cathetum incidentiæ, in genere tamen dicere possumus, cum specula cylindrica sub una consideratione sint plana, sub alia verò sint circularia, in aliquo imitari proprietates planorum, in alio verò non multum differre à sphæricis convexis.

Quare primò si superficies reflexionis habeat pro communi sectione cum speculo lineam axi parallelam, debebit objecti imago ut in speculis planis, tantum distare à superficie speculi, quantum ipsum objectum, seu tantum immergi intrà profunditatem speculi, quantùm objectum extat supra superficiem speculi.

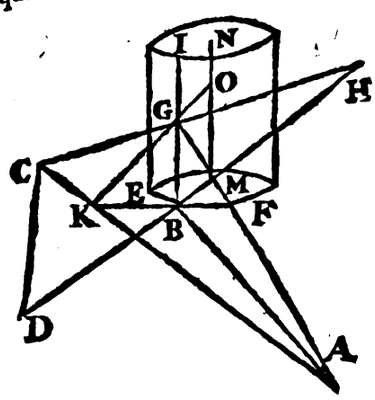
Si verò communis sectio superficiei reflexionis, & speculi sit circulus, locus imaginis erit citra mediam partem diametri, juxta ea quæ de speculis sphæricis demonstravimus. Ita Vitello & Alhazen, nullam aliam hujus conclusionis demonstrationem attexunt. Quæ quidem licet in abstracto considerata videantur habere sufficientem firmitatem, si tamen considerentur in materia concreta, nullo modo subsistere possunt, neque enim dum respicimus reflexè objectum, unum tantum illius punctum spectamus, ideoque licet aliqua ejus pars ita sit disposita, ut inveniatur in eadem superficie cujus communis sectio cum speculo sit linea axi parallela, atque adeo secundùm regulas speculorum debeat ejus imagò tantum immergi intra profunditatem speculi, quantum objectum extat, illa tamen pars quia conjuncta est cum aliis vicinis, quæ sunt in alia superficie reflexiva, cujus communis sectio est circulus, aut Ellypsis; ideo sufficienter determinatur oculus ad videndum etiam prioris partis imaginem, in minori distantia; unde communiter in his speculis locus imaginis est citra mediam partem diametri. Cui rationi favet experientia. Ex quo sequitur extra cathetum incidentiæ sæpissime apparere imagines.

Quod adhuc manifestius erit si repetatur figura propositionis 37. in qua A est punctum horizontalis plani. Si duceretur cathetus incidentiæ; seu lineæ quæ esset perpendicularis ad superficiem cylindri, hæc deberet esse semper in plano horizontali, cum cylindrus supponatur insistere perpendiculariter plano horizontali. Quare hæc cathetus esset linea AM. Radius autem reflexionis CG, non concurrit cum linea AM, sunt enim in diversis omnino planis. Atque adeo nisi in hujusmodi planis intelligatur cathetus incidentiæ, paulò aliter ac in aliis speculis, vix quidquam certi constitui poterit.

Intelligenda igitur est cathetus incidentiæ, quæ ducetur in eodem reflexionis plano, qualis esset linea AO, neque video quid aliud certius in hac materia constitui possit, ideoque ulterius hæc persequenda non censeo; licèt enim attentissimè expenderim quæcumque ab Alhazeno & Vitellone super ea re demonstrata sunt, non

Digitized by Google

tamen ea inveni quæ fidem facerent inconcussam. Ideoque tantum invenio lineas rectas objectivas



parallelas axi, aut etiam in planis per axem ductis, existentes, habere imagines etiam rectas, alias verò apparere curvas. In genere autem dicere possumus lineas axi parallelas ita habere imagines non multùm minores; lineas verò objectivas, ad plana per axem ducta rectas, curvas habere imagines; & multò minores: ratio petitur ex proprietatibus traditis, tam speculorum planorum, quàm convexorum, hæc non persequor scrupulosiùs unico contentus problemate.

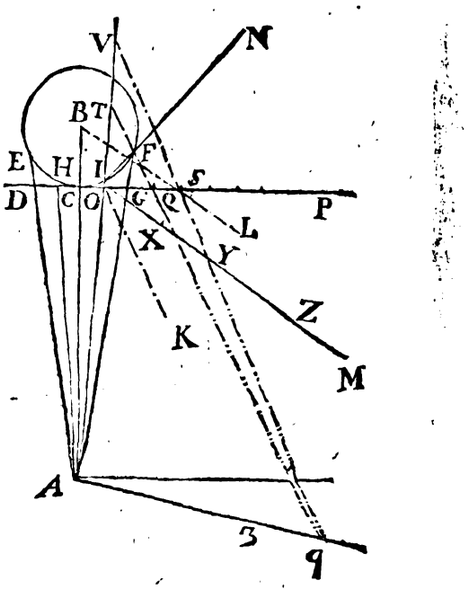
PROPOSITIO XL.

Problema.

Imaginem deformem delineare, quæ in speculo cylindrico convexo, conformis prototypo appareat.

Vide figuram præcedentem.

Hæc in genere dici possunt. Cum speculum cylindricum sit planum secundùm altitudinem, & convexum secundùm latitudinem: ideoque linearum verticalium non multum minuat imagines, horizontalium autem multum imminuat; ut fiat delineatio quæ sit optima, debent, aut ejus verticales lineæ imminui, aut certè ejus horizontales lineæ multùm dilatari, & augeri. Ut autem hoc practicè fiat. Sit primò deformanda imago in horizontali plano. Duo determinentur, locus cylindri, ejus diameter, locus oculi, neque enim fieri potest ut idem objectum, ex omni parte eodem modo in hujusmodi speculis appareat. Unum tamen moneo ut oculus, sit altior cylindro, alioquin multæ partes speculi erunt inutiles, nec à plano horizontali ad illud fiet reflexio, quæ ad oculum pertingat. Optima autem erit oculi à speculo distantia quæ unius, aut alterius pedis erit. Determinato utriusque loco, describatur circulus secundùm crassitiem cylindri, seu circulus qui sit basis cylindri. Notetur item punctum quod in plano horizontali, perpendiculariter respondeat oculo, sitque illud punctum A, & centrum basis cylindri sit B, ducatur linea AB secans circulum, qui basis est cylindri in puncto C, per quod ducatur tangens CD. Ducantur hinc inde lineæ AE, AF, aut tangentes aut saltem non multùm distantes à tangentibus, satius autem est ducere vicinas tangentibus, quia objecta quæ propè tangentes existunt ita obliquè incidunt, ut vix bene appareant in speculo. Hæ lineæ AE, AF, secent tangentem in punctis D, & G. dividatur linea DG, in quot volueris partes æquales, & per divisionum puncta ducantur lineæ AH, AI, quæ producantur ad circulum usque, ex centro B, ducantur lineæ BIK BEL, & ex alia parte totidem, fiantque anguli AIK, KIM, AEL, LEN æquales, lineæ AC, MI, EN, & aliæ similes (*per 36. hujus*) habebunt puncta reflexionis in lineis axi cylindri parallelis, immò apparebunt verticales; & cum in hujusmodi speculis, non multùm earum imago distet à superficie cylindri, apparebunt, ut lineæ verticales æqualiter ab invicem distantes. Restat ut dividantur lineæ GM, IN, & aliæ quæcumque in partes quæ in speculo appareant æquales, divisionibus lineæ DG, verbi gratiâ divisioni OG.



Sit ergo dividenda linea OM. Quia ejus apparentia est recta ad planum horizontale; erit (*per 3.def.11.*) perpendicularis ad lineam AI. Ducatur linea LP, perpendicularis ad lineam IA, cui ducatur parallela Aq, æqualis distantiæ oculi à *puncto* A, itaque se habeat punctum q, respectu linearum IP, AI, sicut se habet respectu apparentiæ lineæ IM. Dividatur linea IP, in partes æquales divisionibus CO, OG, sintque illæ QS, & cæteræ tum ex puncto q, ducantur lineæ qQT, qSV, transferanturque divisiones IT, IV, in lineam IM. Sintque OX, XY, YZ; dico eas licèt multùm inæquales appariturus tamen in speculo æquales lineis IO, OG. Cum enim linea OP, sit perpendicularis ad AI, sicut linea cylindri parallela axi quæ duceretur per punctum I; & OP sit divisa in partes æquales divisionibus ipsius CG, ductis lineis ad hæc divisionum puncta ex puncto, q, eadem puncta T, & V, habebuntur in linea IV, quæ haberentur si eodem modo divisa fuisset linea cylindri parallela axi ducta per punctum I, & ductæ fuissent lineæ ab oculo per hæc divisionum puncta; sed (*per 37.hujus*) lineæ IT, IV, quæ haberentur sunt æquales lineæ IX, IY, & puncta X, & Y, sunt ea quæ reflectuntur in punctis divisionis lineæ suprad:ctæ cylindri: ergo puncta X, & Y reflectuntur ad puncta lineæ cylindri, quæ distant ab invicem distantiis CO, OG, quia verò imagines

non

Digitized by Google

non multùm distant à superficie cylindri; imagines linearum XY, YZ, erunt æquales distantiis linearum parallelarum axi, ductarum per puncta C, I, E, H, F.

Eodem modo divides lineas FN, AC, & cæteras, ductáque lineâ curva per similia divisionum puncta, habebis in plano horizontali deformata quadrilatera, si habeas prototypum divisum in quadrata, quorum latera sint æqualia lineis C O, OG; partéque prototypi depingas in correspondentibus quadrilateris deformatis; habebis imaginem deformatam, quæ in cylindro recta apparebit, quod faciendum erat.

PROPOSITIO XLI.

Theorema.

Si oculus altior fiat loco destinato, crescent imagines in longitudinem, si depressior fiat, decrescent.

Vide figuram præcedentem.

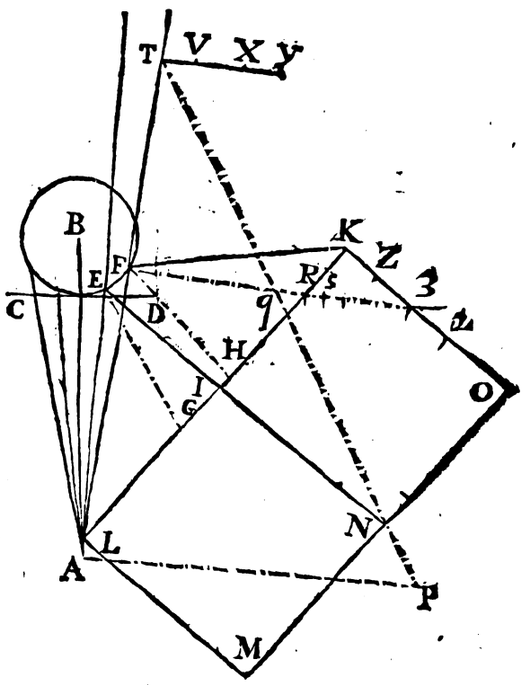
Hoc etiam non injucundum accidet, si aliquem motum objectorum imaginibus in speculo cylindrico, reflexè spectatis tribuamus, dico ergo quod si oculus deprimatur, seu ad planum horizontale magis accedat, deprimi etiam videbûtur imagines. Ponatur enim oculus positus in puncto q, & spectans punctum T, moveri versùs punctũ A, & jam pervenisse ad punctum β, clarissimum est quod linea β T, secabit lineam OP, infra lineam q R, igitur linea IT, aut potius linea objectiva I X, illi respondens, minorem habebit imaginem, quàm antea, & majorem si oculus magis removeretur à puncto A.

PROPOSITIO XLII.

Problema.

Imaginem deformatam in plano verticali delineare, quæ in speculo cylindrico convexo spectata, perfecta appareat.

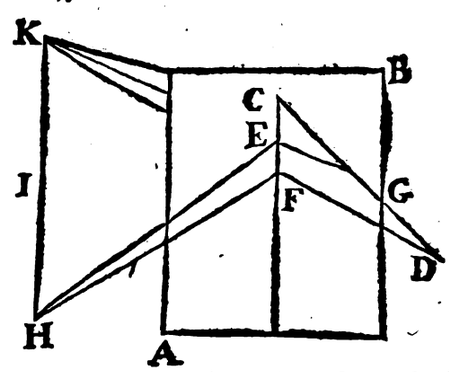
Praxis hujus problematis in multis convenit cum praxi propos. 39. habet tamen aliqua diversa. Sit pariter punctum A, illud cui oculus perpendiculariter respondet, centrum basis cylindri B, ducatur pariter tangens C D, divisa in partes æquales, ductíque lineis per divisionum puncta AE, AF, ducantur ex centro B lineæ BEG, BFH, fiantque anguli AEG, GEI, item anguli A F H, H F K æquales, determinetur linea, cui insistere debet planum horizontale, sitque K L, ducantúrque KO, IN, LM, ita ut parallelogrammum KM, repræsentet planum verticale supra lineã LK excitandum. Jámque in illo ductæ sunt lineæ K O, IN, LM, quarum imagines erunt supra lineas AB, AE, AF, immò non multùm distantes à punctis E & F; & cùm lineæ KO, IN, LM, sint parallelæ axi cylindri (*per 15. hujus*) habebunt puncta reflexionis in lineis speculi parallelis axi. Cùm ergo unam divisionem plani habeamus, nempè ductæ sint lineæ verticales, quarum apparentiæ verticales etiam sunt, & distant tantum ab invicem lineis æqualibus, divisionibus lineæ C D; restat ut alias lineas ducamus ut absolvamus quadrilatera deformata: dividamus ergo lineam K O, ut simili postea methodo reliquas dividamus, ad lineam AF



ducatur primò perpendicularis A O, æqualis distantiæ oculi à puncto A, item per punctum E, ducatur alia perpendicularis Fq, abscindatur linea F T æqualis lineæ F K, ducatúrque linea P T, secans lineam F q in puncto q, sintque lineæ qR, RS, &c. æquales divisionibus lineæ C D, ex puncto q, ducantur per puncta R, S, &c. lineæ occultæ secantes lineam T y in punctis V, X, y, &c. denique transferantur divisiones lineæ T y in KO, ita ut sint Ż, β, γ, benè divisa erit linea KO. Ratio est quia sicut divisiones lineæ F T, (*per 36. hujus*) æquales sunt divisionibus lineæ F K, ita etiam divisiones lineæ FT, pro verticali substitutæ, dabunt divisiones lineæ verticalis KO, ut facilè ostendere possemus, sed innuere sufficiat. Ita dividentur lineæ I N, IM, & si quæ essent aliæ in eodem plano, immò potest fieri imago deformata cujus una pars sit in plano horizontali. alia verò in plano verticali, aut etiam in pluribus planis verticalibus, vel in superficie cylindrica concava concentrica speculo, atque hæc sufficiant pro hujusmodi deformationibus.

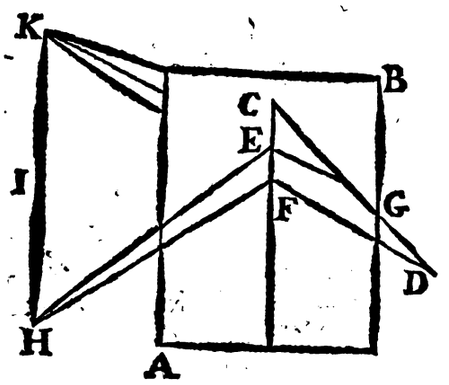
LEMMA.

In speculo plano linea objectiva obliquè secans speculum, habet puncta reflexionis omnia in linea cum ipsa concurrente.



Sit speculum planum AB, sitque linea objecti-

va CD, in ſpeculi plani ſuperficiem obliquè incidens, dico puncta reflexionis eſſe in linea C E F,



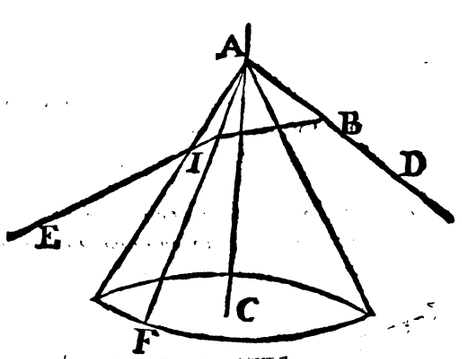
aut alia concurrente cum linea CD. Sit oculus H, ex quo ad planum ſpeculi AB, ducatur perpendicularis HI; ſintque HI, IK æquales. Ex punctis ſingulis lineæ D C ducantur radii ad punctum K, (*per* 8.1.*hujus*) erunt radii GEK, DFK radii incidentiæ. Sed omnes illi radii ſunt in eodem plano KCD, & ſpeculum attingunt in communi ſectione ſuperficiei ſpeculi, & plani KCD, quæ communis ſectio (*per* 3.11.) eſt linea, ergo puncta reflexionis omnium punctorum lineæ C D, ſunt in linea CF, concurrente cum CD, atque adeò radii CE, DF ſunt varii radii incidentiæ; comprehendentes cum plano ſpeculi angulum æqualem illi quem faciunt radii reflexi, ad oculum H; quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XLIII.

Theorema.

Omnis linea concurrens, cum vertice coni & cum axe comprehendens angulum acutum, habet puncta reflexionis, in eâdem lineâ longitudinis.

Sit linea AB, concurrens cum vertice coni A, & cum axe AC, angulum acutum C A B com-



prehendens; dico ſi ABD videri poſſit, reflexè ab oculo E, quòd omnia puncta reflexionis erunt in eadem linea longitudinis coni.

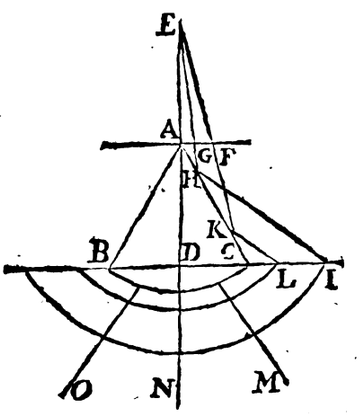
Videatur enim punctum B lineæ AD ab oculo E, ita ut punctum reflexionis ſit punctum I, ducatur linea AIF; intelligatur planum tangens conum ſecundum lineam AIF, & quia punctum reflexionis reſpectu puncti B, eſt punctum I, & (*per lemma ſuperius*) reliqua puncta lineæ ABD, ſua puncta reflexionis habent in una recta linea, erunt omnia puncta in linea AIF, hoc eſt puncta in quibus radii incidentiæ comprehendent cum illo plano tangente angulos æquales, iis quos comprehendunt cum eodem plano, radii reflexionis ad oculum E ducti, ſunt in linea AIF, ſed anguli qui fiunt in ſuperficie curva, reducuntur ſemper ad angulos factos in plano tangente, ergo puncta reflexionis non ſolum reſpectu plani tangentis, ſed etiam reſpectu ſuperficiei conicæ, ſunt omnia in linea AIF, quæ eſt linea longitudinis. Quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XLIV.

Problema.

Deformatam imaginem in plano horizontali deſcribere, quæ ab oculo in axe coni producto, exiſtente reflexè perfecta videatur.

Sit conus ABC cujus vertex A, & axis AD, oculus in E nempè in axe; ducatur per punctum A



linea AF perpendicularis ad axem, quæ dividatur in partes æquales AG, GF. Ducantur lineæ EGH, EFK, fiantque anguli EHA, CHI; EKA, CKL æquales. Deinde dividatur tota circumferentia circuli qui baſis eſt coni in arcus æquales, & ex ejus centro D ducantur lineæ DM, DN, DO in quas transferantur diviſiones lineæ CI, & per diviſiones correſpondentes ducantur lineæ curvæ. Dico in plano baſis coni, facta eſſe quadrilatera deformata, quæ viſa reflexè ex puncto E, videbuntur *longè* minora & mutato ſitu: ita ut in prototypo debeant deſcribi circuli concentrici, qui *per* diametros in centro ſe interſecantes dividentur. Ratio eſt quia oculus in E poſitus eſt in communi ſectione omnium ſuperficierum ad conum rectarum; habentium pro communi ſectione lineas longitudinis coni, conus autem ſecundùm longitudinem imitatur ſpecula plana; ſi autem intelligeretur ſpeculum planum extenſum ſecundùm lineam AC, cum anguli AHE, CHI facti ſint æquales, item AKE, & CKL: punctum I videbitur in linea EH, & punctum L in linea EK, igitur mutatur ordo partium, & hoc accidit in omnibus aliis lineis longitudinum; igitur hoc modo diviſo prototypo, tranſlatiſque partibus, ſpectabitur recta imago ex puncto E.

Poſſunt aliæ deformationes excogitari, quæ ſimili methodo perficientur. Ut ſi conus inſiſtat plano horizontali, & oculus ſit æquè altus ac vertex coni, vel ſi conus eidem plano horizontali inſiſtat per verticem. Alia multa ſimiliter perficies, ut ſi in cylindro convexo imaginem in cono concavo depictam intueris; & alia quæ ex præſuppoſitis principiis abſolventur.

CATOPTRI

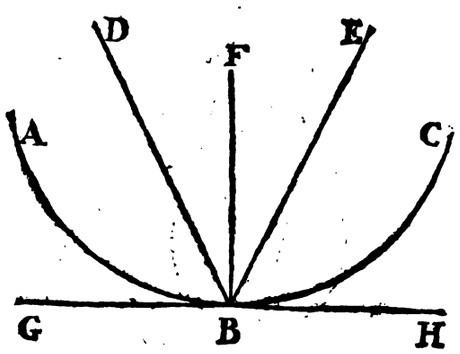
Digitized by Google

CATOPTRICÆ
LIBER TERTIVS.

PROPOSITIO I.

Theorema.

Linea à centro ſpeculi concavi ſpharici, ad punctum reflexionis ducta, angulum comprehenſum à radiis incidentia, & reflexionis bifariàm dividit.



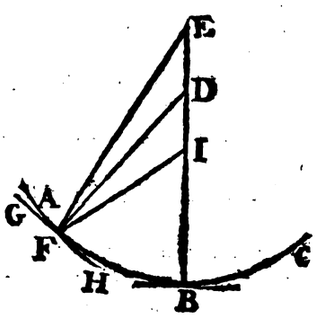
Sit ſpeculum concavum ſphæricum ABC, ſitque radius incidens DB, reflexus BE. Ex centro ſpeculi F, ducatur linea FB, dico angulum DBE diviſum eſſe bifariàm. Per punctum B ducatur linea G H tangens circulum.

Demonſtratio. Cum (*per* 18.1.) anguli FBG, FBH ſint recti, & æquales; & (*per ſupp.* 2.1. *hujus*) anguli DBG, EBH ſint æquales, reſtabunt anguli FBD, FBE æquales; quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO II.

Theorema.

In ſphæricis concavis, ſolus cathetus incidentiæ per centrum tranſiens, in ſeipſum reflectitur.

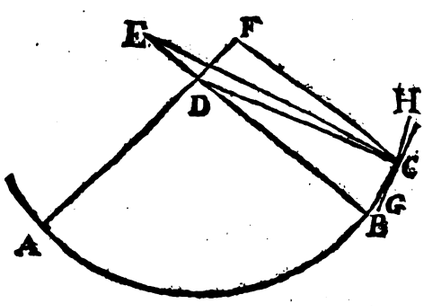


Sit ſpeculum ſphæricum ABC, cujus centrum D, ſitque objectum aut lucidum E, à quo per centrum ducatur cathetus incidentiæ EDB, dico illum ſolum radium in ſeipſum reflectendum. Et primò quidem quod radius EB in ſeipſum reflectatur facilè oſtendo. Ducto enim plano tangente in puncto B, (*per* 1. *Theodoſij*) linea E D B erit ad illud recta; igitur in ſeipſam reflectetur, quod verò ille ſolus radius in ſeipſum reflectatur ita oſtendo. Sit enim alius quicumque radius EF, ducatur linea D F, ſitque G H tangens circulum in puncto F, (*per* 18.3.) erunt anguli DFG, DFH recti, ergo angulus incidentiæ E F G eſt minor recto, ergo debebit radius reflexionis ex alia parte angulum IFH acutum facere (*per ſupp.* 2.)

PROPOSITIO III.

Theorema.

In ſpeculis ſphæricis concavis, punctum reflexionis eſt inter cathetos incidentiæ, & reflexionis.



Sit ſpeculum ſphæricum concavum ABC, cujus centrum D ſit objectum E, oculus F, ſintque cathetі, incidentiæ quidem E D B, reflexionis F D A; dico punctum reflexionis in quo radius emiſſus à puncto E reflectetur ad oculum F, poſitum eſſe inter puncta A & B. Sit enim ſi fieri poteſt extra puncta A & B, ut in puncto C, ita ut dicatur radius EC reflecti in F, ducatur linea DC, & per punctum C ducatur tangens G H.

Demonſtratio. (*per* 18.3.) anguli DCG, DCH recti ſunt; ergo angulus incidentiæ E C G major eſt recto, & angulus reflexionis FCH minor recto, & conſequenter inæquales, contra ſuppoſitionem ſecundam. Neque etiam poteſt eſſe in puncto B, quia ſequeretur angulum incidentem rectum eſſe, & reflexum minorem recto, contra eandem ſuppoſitionem.

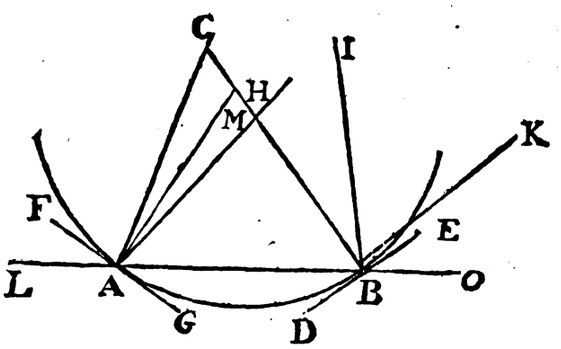
PROPOSITIO IV.

Theorema.

In ſpeculis concavis, radii reflexi minus diſperguntur, quam in planis.

Sit ſpeculum concavum AB, ſintque duo radii

Digitized by Google



ab eodem lucido, aut objecto C incidentes in duas partes A & B ſpeculi concavi, dico radios reflexos AH, BI illis correſpondentes, magis inter ſe accedere, quàm ſi reflexio facta fuiſſet in ſpeculo plano. Sint enim duæ tangentes FG, DE, & conſequenter anguli CAF, HAG; ſicut CBD, IBE ſint æquales, ducatur linea BA repræſentans ſpeculum planum.

Demonſtratio. Angulus LAC ſit major angulo CAF, ergo in reflexione facta in puncto A ſpeculi plani, debebit angulus reflexus cum linea AB majorem angulum comprehendere, quam AH comprehendat cum AG, igitur radius reflexus cadet inter AH & CA; ſit igitur AM, pariter in puncto B angulus CBD major eſt angulo CBA, ergo angulus IBE major eſt angulo KBO: igitur debebit radius reflexus in puncto B ſpeculi plani eſſe infra BI.

Ratio autem eſt quia oſtendimus cum de planis ſpeculis, quod quotieſcumque inclinatur planum ſpeculi, toties movetur radius, ſeu mutatur inclinatio ſpeculi concavi. Concipi enim poteſt quaſi conſtans innumeris ſpeculis planis variè inclinatis: ergo debent radii magis ad ſe accedere, quàm ſi ſpeculum unicâ conſtaret ſuperficie planâ.

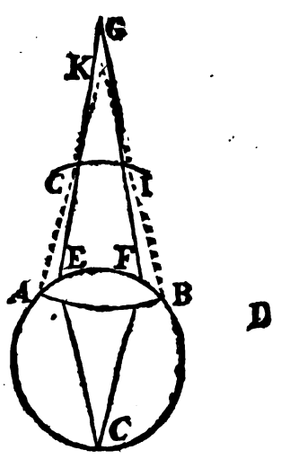
Quod intelligendum eſt antequam radii reflexi uniantur, nam poſt unionem rurſus ſeparantur ab invicem, & quò magis acceſſerant, eò magis recedunt & ſeparantur.

PROPOSITIO V.

Theoroma.

Speculo concavo defectus Presbytum corrigitur.

Defectus Presbytum in eo conſiſtit, quod cryſtallinum non ſatis convexum habeant, atque adeò unire non poſſit in retina, radios ab eodem objecti puncto venientes, ſi nimis vicinum ſit illud objectum. Diximus enim radios ab objecto remotiore prodeuntes citius uniri, poſt cryſtallinum, quam radios ab objecto viciniore emiſſos. Debeo ergo oſtendere quòd adhibito ſpeculo concavo, radii reflexi eodem modo oculum afficiant, ac ſi procederent ab objecto remotiore. Sit oculus ABC objectum D, quod videatur reflexè reflexione facta in ſpeculo concavo per radios OE, IF; qui (*per præcedentem*) magis accedent inter ſe quam ſi loco ſpeculi concavi adhibitum fuiſſet ſpeculum planum; ſint igitur radii reflexi OA, IB. qui fuiſſent remiſſi à ſpeculo plano, quia magis recedunt ad invicem, quam radii OE IB, citius unientur in puncto K, quàm radii OE, IF, qui tantum unientur in puncto G; ergo radii OE, IF, ex ſpeculo concavo remiſſi ad oculum, ita il-



lum afficiunt, ac ſi procederent ab objecto remotiore, quam ſi adhibitum fuiſſet ſpeculum planum. Sed ſi adhibitum fuiſſet ſpeculum planum (*per* 17. 1. *hujus*,) eodem modo propagarentur radii reflexi, ac ſi directè proceſſiſſent, & objectum fuiſſet in loco imaginis, ergo poterit ſpeculum concavum ita conveniens adhiberi, ut presbytæ oculus, ſic afficiatur ab objecto reflexè viſo, ac ſi illud objectum magis diſtaret ab oculo. Sed tunc presbyta diſtinctiùs videt, ergo objectum, quod alioquin à presbyta propter nimiam viciniam, non niſi confusè videri poterat, adhibito ſpeculo concavo, ab eodem diſtinctè ſpectari poterit, quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM I.

Colliges ex eo, ſpecula concava idem præſtare in ordine ad reflexionem, quod lentes convexæ, in ordine ad refractionem, ita ut quidquid de ſpeculis concavis ſumus demonſtraturi, lentibus convexis proportione tamen ſervata aptari poſſint.

COROLLARIUM II.

Ex hoc etiam benè explicari poteſt quod de Nerone dicitur, nempè eum ſolitum eſſe ſpectacula in gemma ſpectare, ſi enim myops fuit, gemma convexa melius & diſtinctius videre potuit, objecta, quam ſi directè ea intuitus fuiſſet; ſi verò presbyta, gemmam adhibuit concavam, putarim tamen ſimpliciter gemmam illam convexam fuiſſe, quæ rerum imagines minueret, diſtinctas tamen exhiberet.

Jam ergo perſpicilia habemus reflexiva, cum tamen

Digitized by Google

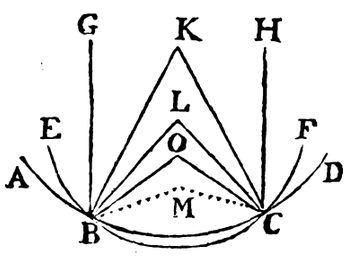
tamen communia refractione tantum perficerentur.

PROPOSITIO VI.

Theorema.

Speculum concavum, minoris ſphæræ ſegmentum, magis reflexos unit radios, quàm ſpeculum quod eſt majoris ſphæræ ſegmentum.

Hæc propoſitio ita in genere probari poteſt, ſpeculum concavum majoris ſphæræ ſegmentum, magis accedit ad planam ſuperficiem, quàm quod minoris ſphæræ eſt portio, ergo etiam magis imitabitur, & participabit proprietates ſpeculi plani; ſed ſpeculum planum ita remittit radios, ut minus uniantur, quam qui à ſpeculo concavo reflectuntur: ergo concavum ſpeculum majoris ſphæræ ſegmentum, minùs radios uniet, quàm ſpeculum quod ad minorem ſphæram pertinet. Sint igitur duo ſpecula ABCD majoris, EBCF



minoris ſphæræ ſegmenta, ſe interſecantia in punctis B & C, ſintque radii incidentes GB, HC, radii reflexi à majori ſpeculo ſint B O, C O. Ex centro ejus K ducantur K B, K C, erúntque (*per 1. hujus*) anguli GBK, KBO ſicut HCK, KCO æquales Sit centrum minoris circuli punctum L, ducantúrque lineæ LB, LC. Pariter debebunt eſſe anguli GBL, LBM æquales, ſed GBL, major eſt quàm GBK; ergo L B M major etiam erit quam KBO, & multò magis KBM major erit quam KBO, ergo radius BM, reflexus à minori ſpeculo infra radium BO, cadet remiſſum à majori. Ita oſtendam radium C M, cadere infra radium CO; ergo citius unientur radii qui à ſpeculo magis concavo, ſeu minoris ſphæræ ſegmento, reflectentur; quàm qui à ſpeculo minus concavo remittentur, quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM.

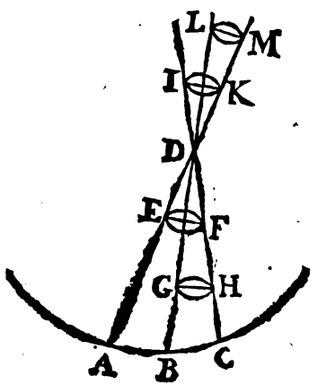
Quò ſpeculum concavum erit minoris ſphæræ ſegmentum, eò citius radii ab eo remiſſi poſt cryſtallinum unientur, cum enim radii magis ad invicem accedant, quam qui remitterentur à minus concavo, eò etiam facilius, & citiùs poſt cryſtallinum unientur.

PROPOSITIO VII.

Theorema.

Quò ſpeculum concavum propius oculo admovebitur, eò tardius radii ad idem objectum pertinentes, poſt cryſtallinum unientur.

Sit ſpeculum ABC, radii reflexi ad eandem objecti partem pertinentes ſint AD, BD, CD, eoſque intercipiat oculus, ſeu cryſtallinus primo in E F, deinde in GH, dico quod in minori diſtantia GH,



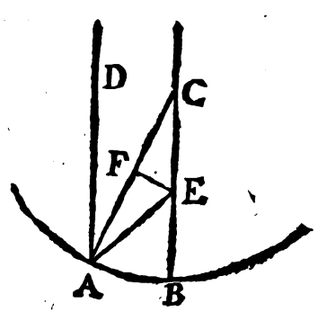
radii in cryſtallinum incidentes tardius unientur. Cum enim radii B G, C H magis ſint paralleli, quam AE, CF, nam cum angulus ADC, ſit major quam BDC, reliqui BEF, BFE minores erunt, hoc eſt magis deficient à duobus rectis, quàm radii DGH, DHG, atque adeò BG, CH, magis accedent ad parallelos, alii autem nempè A E, C F, erunt magis convergentes, ergo facilius poſt cryſtallinum unientur.

Hoc autem intelligendum eſt ante unionem radiorum, licèt poſt unionem idem accidat; nam in diſtantia I K, radii tardius poſt cryſtallinum unientur, quam in diſtantia LM, ſunt enim magis paralleli radii DL, DM, quam DI, DK; & D I, DK, magis divergentes ab invicem, hoc eſt magis recedentes, ſed hæc ſine dioptrica conſideratione perfectè nequeunt intelligi.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

Radii incidentes, paralleli diametro ſpeculi ſphærici concavi, reflexi uniuntur cum eâdem diametro, ante quartam ejus partem à ſuperficie ſpeculi.



Sit ſpeculum concavum A B cujus centrum C, ſitque radius incidens DA, parallelus diametro CB, dico radium reflexum uniendum cum diametro CB in puncto E, ita ut BE ſit minor quartâ parte diametri. Ducatur enim C A.

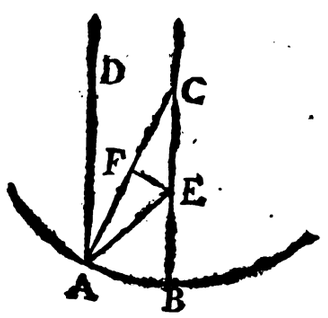
Demonſtr. (*Per primam hujus*) anguli DAC, CAE ſunt æquales; & (*per* 28. 1.) cum lineæ DA, CB, ſint parallelæ erunt anguli alterni DAC, ACE æquales; ergo anguli CAE, ACE ſunt æquales, & (*per* 5. 1.) lineæ CE, AE ſunt æquales, ſed (*per* 7. 3.) AE, major eſt quam EB, ergo CE major erit quam EB, quare E B minor erit quam quarta pars diametri; quod erat demonſtrandum.

Digitized by Google

PROPOSITIO IX.

Theorema.

Determinare puncta concursûs radiorum reflexorum, cum diametro, secundùm variam inclinationem.



Supponatur primò arcus AB, esse unius gradus, quæritur quantitas lineæ B E, ut innotescat in sphæricis quam latitudinem habeat unio radiorum reflexorum.

Quia arcus AB, est unius gradus, angulus ACB erit etiam unius gradûs, item & angulus C A E, est ergo triangulum A C E Isosceles. Demittatur perpendicularis EF, eruntque AF, FC æquales, & FC erit quarta pars radii seu sinûs totius, nempè 500000 partium qualium AC aut BC, est 100000. posito autem FC sinu toto, C E, est secans anguli FCE unius gradus; fiat ergo

Ut sinus totus
Ad F C,
Ita secans anguli unius gradus
ad C E.

FC autem est dimidia pars sinûs totius, igitur & C E æqualis erit dimidiæ secanti unius gradus, erit 50007, qualium sinus totus est 100000, hoc est paulò superat dimidiam.

Pariter posito arcu A B quinque graduum, ostendam C E esse dimidiam tangentem anguli 10 graduum, & ita de reliquis. Unde per canonem sinuum facilè habebimus puncta diametri in quibus colligentur radii reflexi.

distantia radii à diametro.	distantia puncti foci à superficie nempè linea BE.
Grad. 1	49993
gr. 5	49810
gr. 10	49229
gr. 15	48237
gr. 20	46792
gr. 30	42265
gr. 40	34730
gr. 50	22214
gr. 60	00000

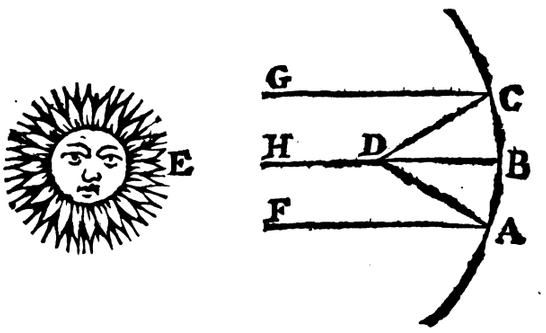
Prima columna ostendit arcus interceptos inter diametrum, & radium incidentem.

Secunda columna ostendit partes diametri interceptas inter superficiem speculi, & punctum in quo colliguntur radii reflexi. In quo duo notanda sunt. Primum ad decimum quintum usque gradum ità physicè adunari omnes radios, ut defectus sit tantum unius centesimæ; alterum quod si radius incidens distet gradibus sexaginta, unio radiorum cum diametro fiet in ipsa speculi superficie, fiet enim triangulum C A E æquilaterum, atque adeo lineæ AC, CE æquales erunt, & consequentèr punctum E coincidet cum puncto B.

PROPOSITIO X.

Theorema.

Radii solares speculo concavo collecti, ignem generare possunt.



Elaboretur speculum concavum sphæricum quod exponatur soli E, sitque linea E D B, transiens per centrum speculi H, dico ex collectione radiorum posse generari ignem. Sit enim aliquis talis speculi maximus circulus A B C, transiens per punctum B, intelligantúrque arcus hinc inde AB, BC esse 15 graduum, ducantúrque radii incidentes FA, FG ab ipso solis centro, qui propter maximam solis distantiam, pro parallelis sumi possunt, atque adeò etiam paralleli erunt ipsi diametro D B (*per superiorem*) radii F A, G C reflectentur in quartam partem diametri, deficientibus fortè duabus centesimis partibus, & alii omnes radii qui cogitari possunt inter FA, GC inter punctum D, & quartam partem diametri colligentur; & quod dixi in circulo A B C intelligi debet de aliis omnibus circulis per punctum B transeuntibus, hoc est in toto segmento sphæræ ducto ex puncto B tanquam polo, & intervallo A B, quo autem plures radii unientur, eò magis lumen

Digitized by Google

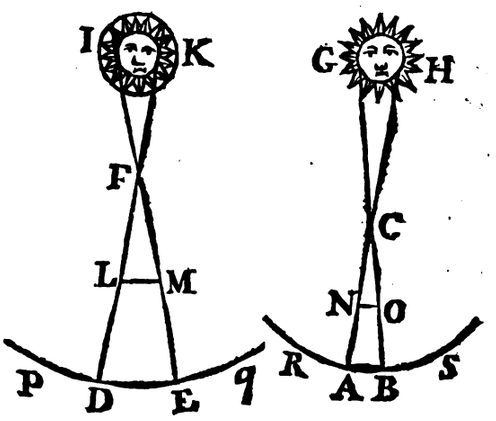
lumen & calor intendantur; ergo tam magnum poteſt eſſe ſpeculum ut ignis generetur. Ne hoc ſpeculativè tantum dictum videatur. Conſonat experientia; habui enim præ manibus ſpeculum cujus magnitudo erat circiter duorum pedum, quod ita potenter urebat, ut in ipſo inſtanti quo lignum punctum foci attingebat flammam conciperet, plumbum verò intra tempus quo recitabatur dimidia Salutatio Angelica, guttatim colliqueſcebat, ferrum autem intra tempus unius miſerere colliquabatur. Celebre item eſt illud Archimedis factum, qui ope ſpeculorum in hoſtiles Romanorum naves ignem injecit, ſi tamen hoc commentum non eſt ut examinabimus infra.

PROPOSITIO XI.

Theorema.

Specula quæ ſunt minoris ſphæræ ſegmenta, aptiora ſunt ad comburendum, quam quæ majoris.

Hanc conſiderationem maximi momenti puto, cujus nempè defectu maximæ oriuntur hallucinationes. Sol à pleriſque authoribus qui de hac materia ſcripſerunt, conſideratur ut indiviſibilis, radiíque ab eo prodeuntes, & ad terras uſque ducti, quaſi phyſicè inter ſe paralleli, propter immenſam illam à terris diſtantiam : quod quidem ſi de radiis ab eodem ſolis puncto tranſmiſſis intelligatur, vèriſſimum eſt, ſi verò inter ſe comparentur, qui ad diverſas ſolis partes pertinent, falſiſſimum. Scimus enim ſolis diametrum eſſe triginta circiter minutorum, licèt ergo radii ſolis centrales uniantur in ea ſpeculi concavi diametro, quæ eſt à centro ſolis per centrum ſpeculi; alii tamen radii pertinentes ad extremitatem ſolis, ſeu limbum non unientur cum eadem diametro; ſed tantum cum alia, quæ ab eo limbo per idem centrum ſpeculi ducetur. Neque enim ſoli radii centrales ſolis ſunt uſtivi, ſed alii quicúmque; neque ſi ſol eſſet unicum punctum quâcumque collectione radiorum factâ, poſſet comburere, ut experimur in ſtellis, quarum lumen quantumcúmque ſpeculo concavo collectum, inſufficiens tamen eſt ad comburendum. Igitur illud ſpeculum aptius erit ad comburendum, in quo non tantum radii centrales confluent in unum ſenſibile punctum, ſed alii etiam radii totius diſci ſolaris in idem ſenſibile punctum unientur, quàm illud cujus ope radii ſolum centrales ſenſibiliter unientur : ſed alii longiùs ab eo puncto concurſùs aberrabunt : ſed ſpeculum minoris ſphæræ ſegmentum tale eſt, ut radios non centrales meliùs, & perfectiùs uniat cum centralibus, quam ſpeculum quod eſt majoris ſphæræ ſegmentum. Sit enim primò ſpeculum AB, minoris ſphæræ portio, ſitque illius centrum C, ſit item ſpeculum DE, ad majorem ſphæram pertinens, ſitque centrum F; intelligantur radii ab extremitatibus ſolis per centra F & C ducti, ſintque GCB, HCA; IFE, KBD; erúntque anguli IFK, CGH, æquales, nempe triginta minutorum, qualis eſt diameter viſualis ſolis. Quare arcus DE, AB ſunt ſimiles nempè triginta minutorum, radii omnes ſolis ducti à puncto ejus H, & incidentes in diverſa ſpeculi AB puncta, ſunt omnes paralleli phyſicè diametro HCA; ergo ſi ſpeculum non ſuperet 30 gradus; omnes unientur in quarta parte diametri CA, vel prope. Omnes uniantur in puncto N, ita oſtendam omnes radios pertinentes ad punctum G, uniri in puncto O,



& ita de reliquis : igitur focus non eſt unicum punctum; ſed habet diametrum NO. NO autem eſt media pars lineæ AB, cum enim ſit ut CN ad CA, ita NO ad AB (*per* 4.6.) & CN eſt ferè media pars lineæ AC; NO etiam erit media pars lineæ AB, ſed AB eſt arcus triginta minutorum; ergo linea NO erit æqualis chordæ 15 minutorum. Idem probabo de LM, ſed ſpeculi majoris, ſeu quod eſt majoris ſphæræ ſegmentum chorda 15 min. major erit quam chorda 15 minutorum in minori ſphæra; ergo in parvo ſpeculo, radii ſolares erunt magis uniti, quàm in magno, ideóque ſi cætera ſint paria, hoc eſt ſi ſpecula ſint æqualia (poſſunt enim eſſe æqualia, licèt ſint ſphærarum diverſarum ſegmenta, hoc eſt portio Pq, poteſt eſſe æqualis portioni RS, licèt ſpecula ad inæquales ſphæras pertineant) & conſequenter totidem radios excipiant; ſpeculum minoris ſphæræ ſegmentum, fortius uret quam majoris ſphæræ ſegmentum, quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM.

Focus habet ſemper latitudinem chordæ 15 minutorum illius circuli qui aſſumptus eſt ad formationem ſpeculi. Demonſtravimus enim lineam AB eſſe ſubtenſam anguli ACB viſualis ſolis, qui communiter determinatur eſſe triginta minutorum, ſeu oſtendimus lineam NO eſſe mediam partem lineæ AB.

PROPOSITIO XII.

Theorema.

Non poteſt fieri ſpeculum concavum, combuſtivum ad quamcúmque diſtantiam.

Hæc propoſitio eſt contraria opinioni communi, & aliquorum etiam authorum placitis, qui hoc problema ſæpè proponunt, nempè datâ diſtantiâ ad quam debeat fieri combuſtio, aſſignare, aut componere ſpeculum quod ad talem diſtantiam comburat; nititur autem falſo fundamento nempè, quod radii omnes ſolares in varias ſpeculi partes emiſſi, ſint phyſicè paralleli, & conſequenter uniantur in eodem phyſicè puncto. Aſſignetur ergo diſtantia unius milliarii, nempè mille paſſuum Geometricorum, ſecundum regulam communem deberet fieri ſpeculum quod eſſet portio ſphæræ cujus ſemidiameter eſſet, duorum millia-

Digitized by Google

rlorum, ad hoc ut, ad distantiam ferè quartæ partis diametri id est unius milliarii combureret, juxta proposit. 8. focus autem illius (*per cor. præcedens*) esset 15 minutorum sui circuli, est autem proportio subtensæ 15 minutorum ad semidiametrum ut 436 ad 100000, seu $4\frac{1}{3}$ ad 1000. Diximus semidiametrum debuisse esse duorum milliariorum, igitur focus esset octo passuum Geometricorum cum $\frac{2}{3}$ passus Geometricus quinque pedes continet; esset ergo focus pedum quadraginta trium, quare si fieret speculum ita magnum, ut quadraginta tres pedes in diametro suæ magnitudinis haberet, ad comburendum in distantia unius milliarii focum haberet suæ magnitudini æqualem, ideóque radii solares simul sumpti, non essent magis uniti in ipso foco, quam in ipso speculo, sed in speculo non sunt sufficientes ad comburendum; ergo neque in ipso foco sufficientes essent ad comburendum; quod erat demonstrandum.

Quare animadvertere potes errorem plerorúmque authorum, qui solis radios omnes considerant, quasi ab uno puncto profectos, & consequenter, quasi physicè parallelos. Fateor quidem quod si sol esset unicum physicè punctum, haberétque vim comburendi per collectionem radiorum, ad certam distantiam, verbi gratia, unius pedis posset etiam comburere ad quamcúmque distantiam. Possent enim colligi ejus radii mutatâ speculi figurâ longius & longiùs in infinitum, sed esto adunentur ad distantiam unius milliarii, quicúmque radii pertinent ad eamdem solis partem, qui tamen ad aliam partem vicinam pertinent, longiùs aberrabunt, qui tamen in parva distantia ferè cum prioribus incidebant, multúmque ad comburendum juvabant.

PROPOSITIO XIII.

Theorema.

Commentum est quod de Archimede, & Procli speculo concavo narratur.

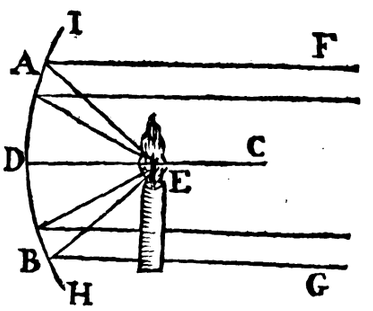
Communis est opinio, Archimedem ad maximam distantiam ope speculi concavi Romanorum classem incendisse. Non conveniunt autem authores circa distantiam. Diodorus ponit tria stadia, stadium autem 125. passus Geometricos, passus quinque pedes continet, atque adeo distantia fuisset 375 passuum Geometricorum. Alij ponunt tria milliaria. Zetses historicus Græcus. Historia 35. chil. 2. ponit tantum jactum sagittæ, cujus hæc sunt verba. Cum autem Marcellus illas removisset ad jactum arcus; hexagonum aliquod speculum fabricavit senex, à distantia autem commensurata speculi, parva talia specilla cum posuisset, quadrupla angulis, quæ movebantur laminis, & quibusdam sculpturis, medium illud posuit radiorum solis australis, & æstivalis & hyemalis, refractis deinceps in hoc radiis, exarsio elata est formidabilis, ignota navibus, & has in cinerem redegit longitudine arcûs jactûs. Refert autem P. Kircherius se fuisse Syracusis, inspectaque diligenter loci constitutione reperisse distantiam navium fuisse tantum 30 passuum, seu pedum 150. & concludit possibilem fuisse in tali distantia navium combustionem. Ut tamen etiam hîc meam mentem aperiam. Probabilius mihi videtur, Archimedem usum non fuisse speculo concavo, sed disposuisse specula quàm plurima, quæ moveri potuerunt ad libitum, ut ad eumdem locum dirigeretur reflexio. Fuit enim facilius innumera speccula plana, quibus mulieres utebantur in unum colligere, quam immensæ alicujus molis speculum conflare, & expolire. Et hunc modum videtur innuere immo & describere Zetses. De Proclo idem narratur; sed neque majorem iis fidem adhibendam puto, quam iis quæ de Archimede feruntur. Nempe si fuit aliquid tale perfectum, distantiam fuisse minimam. Ut autem superiori utamur ratiocinio expendamus magnitudinem speculi comburentis ad distantiam triginta passuum seu 150 pedum Geometricorum; fuit autem portio sphæræ cujus semidiameter erat trecentorum pedum. Et quia focus habet latitudinem chordæ quindecim minutorum, quæ se habet ad sinum totum, ut $4\frac{1}{3}$ ad 1000. Invertatur ratio fiatque ut 1000 ad $4\frac{1}{3}$ ita 300 pedes. Inveniturque pes unus cum triente fere pro foco. Ideoque si diameter magnitudinis speculi esset quatuor aut quinque pedum, combureret in tali distantia.

PROPOSITIO XIV.

Theorema.

Speculum sphæricum concavum lucidi, in quarta parte diametri existentis radios, remittit parallelos.

Sit speculum sphæricum concavum AB, cujus centrum C, semidiameter CD, quarta pars dia-



metri ED: dico, si in puncto E ponatur lucidum aliquod, ut fax accensa, fore ut radii incidentes in superficiem speculi concavi sphærici, saltem non ultra decimum quintum gradum circa diametrum CD, remittantur paralleli.

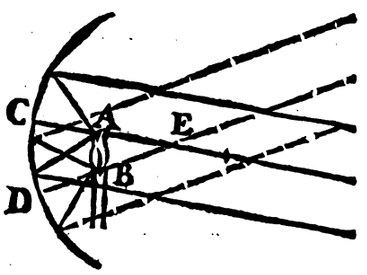
Demonstratio. (*Per 9. hujus*) si radii paralleli diametro CD, incidant in superficiem speculi CD, colligentur in punctum E, ergo (*per 3. supp. 1. hujus*) erunt anguli IAF, EAD; GBH, BED æquales; ergo pariter si radii EA, EB fiant incidentes, radii BG, AF erunt radii reflexi. Cum enim anguli EAD, IAF, EBD, HBG, sint ostensi æquales; debebit reflexio fieri per radios AF, BG parallelos; Quod erat demonstrandum.

Id autem mirabile habet, ut eandem ferè intensionem lumen per radios parallelos remissum, retineat. Ita fax exigua in foco speculi concavi posita lumen ad legendum sufficiens, ad centum & ampliùs passus producit, immo volunt aliqui quod ad infinitam distantiam illud æque intensum emittat. Cum enim ut cum de propagatione luminis jam egimus, ideo tantum lumen decrescat pro majori

Digitized by Google

majori à corpore lucido distantiâ, quod spatium illuminandum semper majus, & majus fiat; dum remittitur lumen per radios parallelos non fit semper majus & majus, sed eandem semper servat latitudinem, ergo nullo modo ejus intensio decrescere deberet.

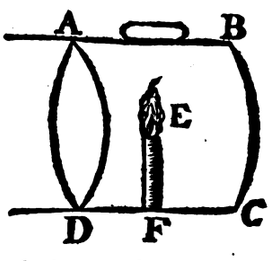
Nihilominus adhuc admisso tali principio, contendo falsum esse, quod lumen non decresceret. Ratio mea est quod istæ omnes ratiocinationes falso nitantur fundamento, considerationemque abstractam, applicent rei physicæ, nullo modo eam molliendo, hoc est quæ probantur de unico tantum puncto hoc toti faci applicare volunt. Esto enim punctum illud facis, quod præcisè in puncto foci invenietur, radios propaget per reflexionem parallelam, illa tamen lucidi puncta quæ propiora erunt speculo radios emittent divergentes. Alia verò, quæ longiùs à speculi superficie distabunt, radiabunt per lineas concurrentes, & post concursum à se invicem discedentes. Immò si lucidi partes æqualiter à speculo distarent, neque tamen radios parallelos emitteret. Sit enim lucidum AB,



speculum sphæricum concavum CD, ponantur partes lucidi A & B, æqualiter à speculo CD distare; dico radios reflexos partis A, non esse parallelos radiis reflexis partis B. Ducantur per centrum speculi E, duæ diametri AE, BE; per primam partem hujus radij qui ex puncto A, incident in superficiem speculi, remittentur per lineas parallelas diametro AE, & qui ex puncto B provenient, remittentur per lineas parallelas diametro BE. Sed posteriores lineæ non sunt parallelæ prioribus, alioquin (*per* 30. 1.) lineæ AE, BE, essent parallelæ, quod fieri non potest, cum se intersecent in puncto E; ergo spatium illuminatum ampliabitur, atque adeò etiam admisso priori principio remittetur lumen, & tandem in aliquo spatio nihil producetur. Fateor quidem ad majorem distantiam incomparabiliter lumen extendi, ita ut sit plus luminis in distantia 100 pedum, quàm per radios directos propagaretur ad tres aut quatuor pedes.

COROLLARIUM.

Ex hoc facilè construes laternam, quâ objecta satis dissita etiam noctu videre poteris, ut v. g. quænam hora sit in horologio publico. Maximè si etiam telescopium adhibeas. Sit enim aut cy-



lindrus aut frustum coni ABCD, apertum in AB, in cujus medio E, sit lucernæ flamma E, debet autem quantum fieri potest, esse exile corpus ipsius lucernæ, ne intercipiat radios reflexos, in fundo BC, sit speculum concavum ita distans ut flamma E, sit præcisè in ejus foco. Dico paratam esse laternam, quam si obvertas ad turrim horologij publici, poteris de nocte horas telescopio legere, in distantia centum passuum, aut etiam plurium, pro speculi perfectione.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

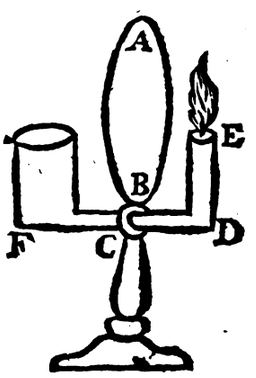
Specula concava minoris sphæræ segmenta, aptiora sunt ad reflectendum lumen per lineas parallelas.

Voco aptiora ad remittendum lumen, ea specula, quæ lumen remittunt magis intensum, sed quæ sunt minoris sphæræ segmenta, talia sunt: cum enim non multùm decrescat lumen in majori à speculo distantia; sed uniformitatem aliquam affecter, ex alia verò parte quò speculum intensius illuminabitur, eò etiam intensius lumen remittat, & specula quæ sunt minoris sphæræ segmenta lumen intensius accipiant à luminoso, ut pote viciniori, necessarium erit, ut illud reflectant magis intensum. Nam quò luminosum propiùs erit speculo, etiam meliùs, & intensius illuminabit; sed cum luminosum debeat esse in foco, & focus specularum quæ sunt minoris sphæræ segmenta, sit etiam vicinior speculo, speculum, quod ad sphæram minorem pertinet, fortius illuminabitur, & consequenter fortiùs etiam illuminabit. Unde concludo intensionem luminis remissi parallelè, à duobus speculis concavis, se habere in ratione duplicata, diametrorum reciprocè, hoc est ita ut sit plus luminis ex speculo cujus diameter minor est, intelligo autem non diametrum magnitudinis speculi, sed diametrum sphæræ cujus speculum est portio.

PROPOSITIO XVI.

Problema.

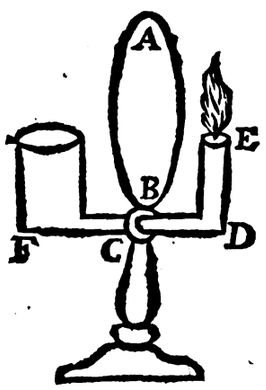
Flammam candelæ in puncto foci, alicujus speculi immotam detinere.



Hoc problema non tam ad doctrinam, quàm ad usum pertinet, vidi enim nonnullos qui uti vellent ad legendum, aut laborandum, speculo

Digitized by Google

concavo, vix tamen id bene exequi poterant, eò quòd cum ſenſim abſumeretur candela, & conſequenter flamma deſcenderet, quæ priùs in puncto foci exiſtens lumen in deſtinatum locum emittebat; in loco inferiori poſita, jam in altiorem locum, quàm par eſſet radiabat. Primus modus facilis ſi nempè loco candelæ, lucernâ utamur; cujus flamma in eodem ſemper loco perſe-



verat. Quia tamen ſunt nonnulli qui olei odorem refugiunt, & averſantur; hac via poterunt, candelæ flammam, in eodem ſitu detinere. Sit ſpeculum AB, inſeratur ejus fulcro in puncto C tubus ED, ita ut ejus extremitas E ſit præcisè in foco, hic tubus impleatur aqua, immergatúrque candela, quæ ſi ex ſevo compacta ſit, tantillulum extabit extra aquam verbi gratia uno digito; dico ſi accendatur, dum abſumetur candela ſemper ſeipſa aſcendet, & tantumdem extabit extra aquam. Cùm enim ſupponatur ex ſevo compacta, ſevum autem ſit in ſpecie gravitatis paulò minoris gravitate aquæ; ſemper aliquid illius candelæ extabit ſupra aquam, quod ſi materia ſuperaret aut æquaret gravitate aquam, qualis eſt cera, ſale ſaturanda eſſet aqua, fieret enim gravior. Eſt tamen adhuc aliquid incommodi, nempè quod cum tubi latitudo non debeat multùm ſuperare craſſitiem candelæ, ne fluctuando in hanc aut illam partem, à puncto foci recedat, dum abſumetur candela, aqua non occupabit totum tubum neque ad æqualem altitudinem aſcendet; cui incommodo obviam ibimus, ſi alium tubum magnæ capacitatis pone ſpeculum aptemus, qui cum priori communicet, ſufficiet enim aquam quantum ſat erit ut ſemper flamma candelæ in eo ſitu detineatur. Alia in hunc modum quilibet excogitare poterit dum res feret.

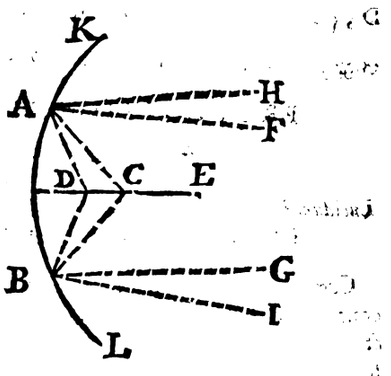
PROPOSITIO XVII.

Theorema.

Lucidum vicinius ſpeculo concavo quam punctum foci, radiat reflexè per lineas divergentes.

Sit ſpeculum concavum A B, ſitque punctum foci C, ſit lucidum in puncto D, viciniori ſpeculo, dico lucidi D radios reflexos, nec concurrere, nec eſſe parallelos; ſed eſſe divergentes, ſeu ab invicem recedere. Sit enim centrum ſpeculi E, ducatúrque diameter DE in qua punctum foci C.

Demonſtr. (*Per 13.hujus*) lucidum in puncto C poſitum radiat reflexè, per lineas verbi gratia AF, BG parallelas diametro DE, & conſequenter parallelas inter ſe; ergo (*per 2.Suppoſit.*) anguli CAB, KAF, ſicut CBA, LBG ſunt æquales, ſed angulus DAB, minor eſt angulo CAB, ergo radius reflexus

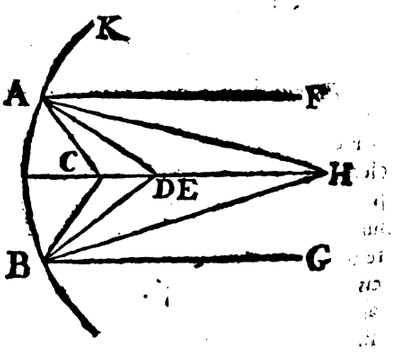


illi reſpondens, debebit etiam angulum HAK, comprehendere minorem angulo FAK, igitur radius reflexus AH recedet à linea parallela AH. Eodem modo oſtendam radium reflexum BI, reſpondentem radio incidenti DB, recedere à parallela BG, & ita de reliquis omnibus: igitur lucidum nimis vicinum ſpeculo, radiat reflexè per lineas divergentes, quod erat oſtendendum.

PROPOSITIO XVIII.

Theorema.

Lucidum exiſtens inter centrum ſpeculi, & punctum foci, radiat reflexè per lineas concurrentes cum axe ultra centrum, & viciſſim.



Sit ſpeculum concavum AB, cujus focus punctum C, centrum E, ſit lucidum D, poſitum inter punctum foci & centrum, dico radiare reflexè per radios qui concurrant cum diametro C D. Sint enim radii quicúmque incidentes DA, DB, ex puncto foci C, ducantur radii CA, CB.

Demonſtr. (*Per 13.hujus*) radii CA, CB reflectuntur in lineas parallelas AF, BG, ſed angulus incidentiæ DAB major eſt angulo incidentiæ CAB; ergo angulus reflexionis illi reſpondens major eſſe debebit angulo KAF; ergo radius reflexus erit AH; qui cum ſecet lineam AF, aliam ipſi parallelam CH etiam ſecabit. Eodem modo oſtendam B H, eſſe radium reflexionis reſpondentem radio incidenti D B, atque adeò objectum inter focum & centrum poſitum radios reflexos emittere qui concurrant cum diametro per lucidum ducta.

Non poſſum probare omnes concurrere in idem punctum, quia falſum eſt, ſed tantum oſtendere eos qui æqualiter à diametro diſtant, concurrere in eodem diametri puncto.

COROL

Digitized by Google

COROLLARIUM.

Viciſſim oſtendam, ſi objectum eſſet in H, ejus radios reflexos concurrere cum axe, in punctum D, poſitum inter focum & centrum.

PROPOSITIO XIX.

Theorema.

Lucidum in centro ſpeculi concavi ſpherici poſitum in ſeipſum tantum reflexè radiat.

Cum omnes lineæ incidentes à centro ſpeculi concavi in quodlibet ſuperficiei ſphæricæ punctum, ſint perpendiculares ad tangentem per illud punctum ductam, neceſſarium eſt ut radius incidens, idemtificetur cum radio reflexo, atque adeo omnes radij reflexi in centro uniantur.

COROLLARIUM.

Ex præcedentibus propoſitionibus conſtat, ſi luminoſum ſit inter focum, & ſuperficiem ſpeculi, quod radij reflexi recedent ab invicem, ſi lucidum ſit in foco radij reflexi paralleli erunt, ſi luminoſum ſit inter focum, & centrum radij reflexi concurrent cum diametro producta ultra centrum. Si ſit in centro, radij reflexi concurrent in centro. Si ſit ultra centrum in diametro quantumlibet producta, radij reflexi concurrent cum diametro inter focum & centrum, donec ita diſtet à ſpeculo ut radij cenſeantur phyſicè paralleli, tunc enim concurrent in ipſo puncto foci.

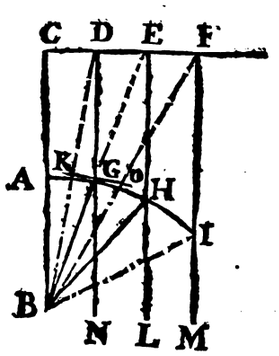
PROPOSITIO XX.

Theorema.

Modus deſcribendi lineam parabolicam.

Ne hunc tractatum dependentem reddamus ab elementis conicis Apollonij, neque enim æquum judico, ut pro una aut altera propoſitione, remittam lectorem ad doctrinam ita difficilem. Quare omiſſis iis omnibus, quæ de ſectionibus conicis demonſtrantur; dabo methodum deſcribendi aliquam lineam, quam vocabo parabolam, demonſtraboque eam ita ſe habere ut uniat radios omnes parallelos axi, in uno eodemque puncto præciſè; non curando an ſit ea quam deſcribit Apollonius, & omittendo cæteras ejus proprietates.

Prima methodus erit per puncta aliqua, neque enim linea parabolica facilè tota haberi poteſt; ſufficiet enim in hac materia præciſio aliqua phy-



ſica. Ducatur linea AB, determinetúrque punctum A, vertex parabolæ, & punctum B focus, ſeu locus in quo uniri debent omnes radij paralleli axi AB. Abſcindatur linea AC, æqualis lineæ AB, ducaturque perpendicularis CF, & parallelæ GD, HE, IF, &c. Ducatur linea BD, fiatque angulus DBG, æqualis angulo BDG; eritque punctum G, punctum alterum parabolæ. Pariter ductâ lineâ BE, fiat angulus EBH, æqualis angulo BEH, & habebitur punctum H, & ita conſequenter habebis punctum I. Si conjungas lineâ curvâ puncta A, G, H, I, habebitur linea quam oſtendam poſtea reflexè unire radios omnes KG, LH, MI, &c cæteros quoſcumque in puncto B.

COROLLARIUM I.

Ex hac praxi concludes lineas BG, DG, BH, EH, BI, FI eſſe æquales. Cum enim anguli DBG, BDG ſint facti æquales (*per* 5. 1.) erunt lineæ BG, GD æquales; ita oſtendam lineas BH, HF, BI, IF eſſe æquales.

COROLLARIUM II.

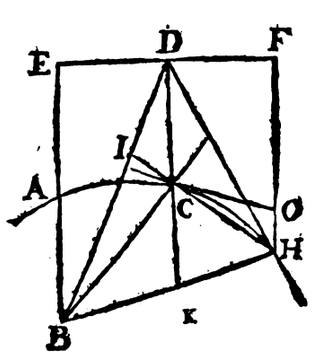
Si ex puncto G ducatur perpendicularis ad BD, hæc dividet angulum BGD bifariàm. Cùm enim in triangulis GKD, GKB, anguli ad K recti ſint (*per* 47. 1.) erunt quadrata KD, KG, æqualia quadrato KD, ſeu BG illi æquali, ſed (*per eandem*) quadrato BG, æqualia ſunt quadrata BK, KG; ergo cum quadratum KG ſit commune, erunt quadrata BK, KD æqualia. Et quia in triangulis BKG, KDG omnia latera ſunt æqualia, erunt anguli BGK, DGK æquales.

COROLLARIUM III.

Pariter ſi divisâ lineâ BD bifariam in K, ducatur linea GK, oſtendam illam eſſe perpendicularem ad BD. Inſuper oſtendam angulos incidentiæ, & reflexionis reſpectu illius lineæ eſſe æquales, hoc eſt angulos BGK, NGO. Cum enim anguli NGO, KGD ad verticem oppoſiti ſit æquales, & anguli KGD, KGB ſint oſtenſi æquales; erunt anguli KGB, NGO, æquales; ideoque reſtat tantum oſtendendum lineam OGK tangere lineam curvam quam duximus. Nam ſi hoc oſtendero non tantum pro linea GK; ſed etiam pro linea quæ à puncto H duceretur perpendicularis ad BE, cum anguli incidentiæ & reflexionis ſumantur reſpectu tangentium, demonſtravero lineam noſtram parabolicam unire radios parallelos in eodem puncto B.

LEMMA.

Sit hyperbola ſuperiùs deſcripta cujus vertex



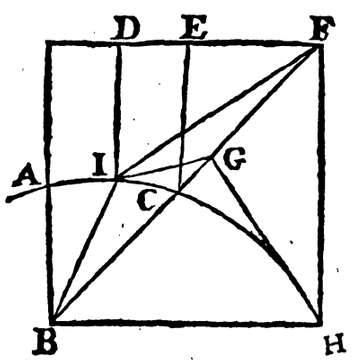
A, focus B, ſit quodcúmque punctum ejus C, du-

ctaque

&taque ut priùs perpendiculari CD, junctaque linea BC, ducatur linea CO, perpendicularis ad BD, dico lineam CO, ita duci ut non attingat hyperbolam ultra punctum C versus H, in nullo enim puncto attingere potest hyperbolam. Neque enim attinget in puncto H. Ducatur enim linea HCI, & DH, item perpendicularis HF, & BH.

Demonstratio. Cum angulus DFH supponatur rectus, (*per* 17. 1.) erit latus DH, majus latere FH. Sunt autem (*per cor.* 1. *præcedentis*) lineæ FH, BH æquales; igitur linea DH major est recta BH. In triangulis autem DCH, BCH, cum latera BC, CD, (*per cor.* 1.) sint æqualia, latus CH commune, & basis DH major ostensa sit basi BH (*per* 25. 1.) erit angulus DCH, seu ICK, illi ad verticem oppositus, major angulo BCH; habent autem communem angulum BCK, igitur angulus ICB, major est angulo KCH, & illi opposito ICD. In triangulis igitur ICD, ICB, cum latera DC, BC sint æqualia, & latus CI commune, item angulus ICD minor angulo ICB (*per* 25. 1.) erit basis ID, minor basi BI; quare perpendicularis CO, quæ dividit bifariam lineam BD cadet infra punctum I, & post punctum C, cadet supra punctum H; ergo non secabit hyperbolam in puncto H. Quod autem demonstravimus de puncto H, ostendam de quolibet alio puncto; igitur non attinget hyperbolam ultra punctum C.

Restat ut ostendam eam lineam non attingere hyperbolam inter punctum C, & punctum A. Sit enim hyperbola in qua pariter punctum A sit vertex, B focus, sitque punctum H. Ducatur pariter perpendicularis HF, & radius BH, conjungatur linea BF, secans hyperbolam in puncto C; dico si à puncto H, ducatur perpendicularis ad BF, hæc tota cadet extra parabolam.

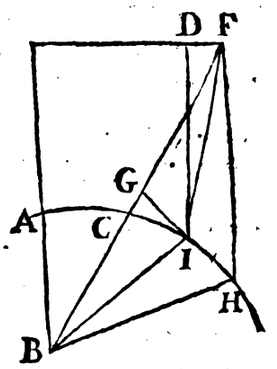


Hæc enim perpendicularis HG, ut supra ostendimus, dividit bifariam lineam BF, cùm autem lineæ BC, CE sint æquales; & linea CF, sit major linea CE. propter angulum rectum E, erit CF, major quam CB; ergo punctum in quo BF dividetur bifariam, erit ultra C; ergo jam habemus quod linea HG, non attingit punctum C sed cadit extra.

Neque etiam attinget ullum punctum inter A & C positum; attingat enim si fieri potest punctum I, ducaturque perpendicularis ID, radius BI, & linea IF.

Demonstratio. In triangulis BGI, FGI, cùm anguli ad G, sint recti, item lineæ BG, GF æquales, & IG, communis; erunt lineæ BI, IF æquales; sed ID, IB, sunt jam æquales (*ex descriptione hyperbolæ*;) ergo lineæ ID, IF essent æquales, quod est absurdum, cum angulus D sit rectus.

Denique assero lineam ex puncto H ductam perpendiculariter ad lineam BF, scilicèt lineam HG, non secare hyperbolam in aliquo puncto inter H, & C, posito verbi gratia in puncto I. Attingat enim si fieri potest punctum I, ducatur radius BI, perpendicularis ID, & linea IF.



Demonstratio. Cùm in triangulis BIG, FIG, anguli in puncto G sint recti, item lineæ BG, GF æquales, & GI, communis (*per* 4. 1.) erunt bases BI, FI æquales; sed jam (*ex descriptione parabolæ*) lineæ BI, ID æqnales sunt: igitur lineæ ID, IF essent æquales, quod absurdum est, cum angulus D rectus sit.

COROLLARIUM.

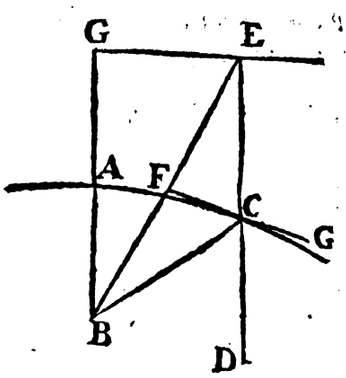
Sequitur ex hoc lemmate lineam HG esse tangentem parabolæ, cùm nullibi attingat parabolam, nisi in puncto H.

PROPOSITIO XXI.

Theorema.

Parabola unit radios omnes axi parallelos in puncto foci.

Sit parabola cujus vertex A, focus B, axis AB, incidat radius DC axi AB parallelus, dico illum reflectendum in focum B. Ducatur enim radius



BC, continueturque radius DC, sitque AG, ipsi AB æqualis, ducatur perpendicularis CE. Item linea BE ad quam ex puncto C ducatur perpendicularis CF, quæ (*per lemma superius*) tanget parabolam.

Demonstratio. Radius incidens DCE, cum sit parallelus axi BA, qui perpendicularis est lineæ GE, perpendicularis etiam erit ad eandem GE. Sunt ergo lineæ BC, CE æquales, (*per descriptionem parabolæ supra traditam.*) Quare in triangulis FEC, BFC, cum anguli ad F sint recti, & FC latus

Digitized by Google

latus commune, erunt ut jam ſupra oſtendi omnia æqualia; ſunt igitur anguli FCE, FCB æquales; ſed angulo FCE, angulus DCG, oppoſitus ad verticem æqualis eſt; ergo anguli DCG, BCF æquales ſunt. Linea autem FCG eſt tangens parabolæ, & anguli incidentiæ, & reflexionis qui fiunt in ſuperficiebus curvis, deſumuntur penes tangentem; igitur angulus incidentiæ DCG, æqualis eſt angulo reflexionis BCF. Quare (*per Supp. 2.*) radius DC, parallelus axi, reflectetur in B. Idem oſtendere poſſum de quolibet alio radio parallelo axi, igitur omnes radii paralleli axi unientur præciſè in puncto foci.

COROLLARIUM I.

Sequitur ex eo, quòd ſi circa axem BA volvatur parabola, ita ut generetur corpus parabolicum ſolidum, quod ita lævigetur, ut reddatur aptum ad radios ſolis remittendos, erit etiam aptiſſimum ad combarendum. Si enim ita ſoli exponatur, ut axis directè ſolem reſpiciat, omnes radii centrales ſolis, præciſè in eodem puncto foci unientur. Dixi centrales, nam ſoli centrales, ſeu qui à ſolis centro procedunt, ſunt paralleli inter ſe, & axi; alii verò qui ab extremitate eadem ſolis procedunt, licèt ſint paralleli inter ſe, non tamen ſunt paralleli axi, ſed cum eo angulum conficiunt 15 circiter minutorum, qualis eſt ſemidiameter apparens ſolis. Ex quo ſequitur quod quò punctum foci vicinius erit parabolæ, eo radii non centrales perfectiùs unientur cum centralibus, eritque focus integer minor, eo modo quo diximus in ſphærico ſpeculo concavo.

COROLLARIUM II.

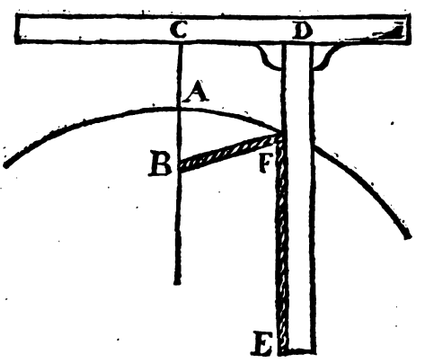
Sequitur item quod ſi lucidum ponatur in puncto foci; radii remittentur paralleli: & quia ut jam diximus præcipuum intenſionis incrementum petitur ex ampliatione ſpatii, ſpatium autem inter radios parallelos comprehenſum nullo modo augetur, lumen ad maximam diſtantiam propagabitur ſine notabili decremento.

PROPOSITIO XXII.

Problema.

Diverſæ methodi ad deſcriptionem parabolæ.

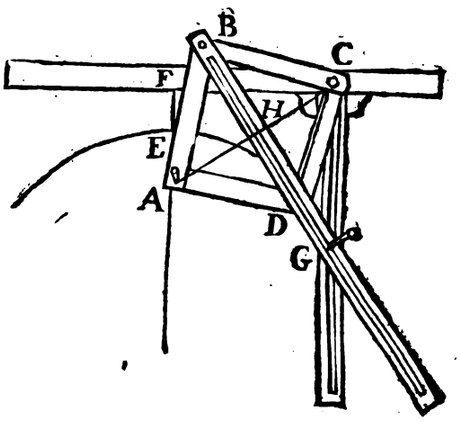
Sit parabola deſcribenda, cujus vertex A, & focus B ſint AB, AC æquales, ducatúrque ad BA,



in puncto C perpendicularis CD, cui applicetur regula. Item habeatur alia regula ED, quæ ita moveri poſſit ut ſemper ſit ad regulam C D perpendicularis. Huic regulæ in puncto E, annectatur filum præciſè æquale lineæ E D; quod alia ſui parte firmetur in puncto foci B; dico ſi ſtylo aliquo filum comprimatur contra regulam in puncto F, moveatúrque regula C E ſupra C D, quod ſtylus deſcribet parabolam.

Demonſtratio. Pervenerit enim ſtylus in punctum F, oſtendo punctum F pertinere ad parabolam. Cum enim ex ſuppoſitione filum BFE æquale ſit regulæ D E, ablato communi F E erunt lineæ BF, FD æquales: ſed F D perpendicularis ſupponitur, & regula C E, inſiſtere ſemper ad rectos angulos ſupra regulam CD. Igitur (*per 18. hujus*) punctum F, pertinebit ad parabolum; ita oſtendam quæcúmque alia puncta pertinere ad parabolam.

Aliud inſtrumentum profertur à Franciſco à Schooten. Si inſtrumentum parallelogrammum conſtans quatuor regulis æqualibus AB, BC, CD, AD, ita firmatis in extremitatibus, clavis A, B,



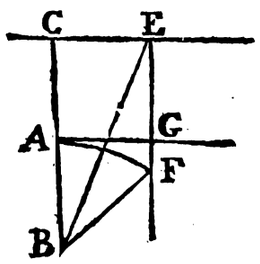
C, D, ut tamen moveri poſſint. Clavus A fixus ſit in ipſo puncto foci, ſit vertex hyperbolæ E, ſintque lineæ AE, EF æquales, & per F ducatur linea perpendicularis FC. Sit item alia regula BD, crenam habens in medio, ſitque clavus D in medio crenæ, ita ut moveri poſſit ſecundùm ejus longitudinem. Sit item alia regula C G, crenam habens in medio, quæ perpendiculariter ſemper inſiſtat lineæ F C; clavus autem C ſit ſemper ſupra lineam F C, & in medio crenæ C G. Sitque graphium G in puncto interſectionis utriuſque crenæ; dico graphium illud deſcripturum parabolam. Ducatur enim linea A C; oſtendo punctum G, pertinere ad parabolam.

Demonſtratio. Cùm A B C D ſit parallelogrammum (*per 24. 1.*) erunt anguli ADH, CDH æquales, & (*per 4. 1.*) erunt AHD, DHC æquales, & conſequenter recti, item AH, HC æquales. In triangulis AHG, CHG, cum anguli in H ſint recti, & conſequenter æquales, item latera AH, HC, & GH commune, baſes CG, AG æquales erunt, & quia C G eſt parallela lineæ A F punctum G pertinebit ad parabolam (*per 18. hujus*) igitur graphium G ſemper erit in puncto pertinente ad parabolam, atque adeo inſtrumentum deſcribet parabolam.

Quia tamen ſuperiores praxes vix poſſunt bene ſuccedere, quoties accidit focum nimis remotum eſſe à parabola, ut ſi quis in lamina non longiore duobus aut tribus pedibus, vellet parabo-

Digitized by Google

lam deſcribere, quæ haberet focum diſtantem triginta aut 40 pedibus, calculo,& ſupputationibus Trigonometricis utendum eſt ; cum neque ipſe regulæ ad tantam longitudinem ſatis rectæ inveniri poſſint, calculus igitur ita procedet.



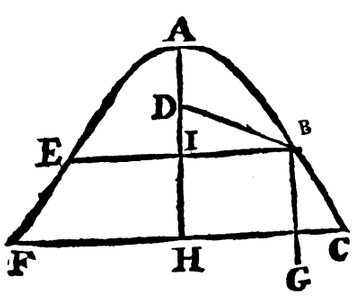
Supponatur parabola deſcribenda cujus focus diſtet à vertice 50 pedibus, ſeu partibus 10000, ut exactior ſit calculus, ſitque AB, hæc diſtantia pedum quinquaginta. Intelligatur A C, pariter pedum 50, neque enim opus eſt eas lineas ducere, niſi in charta ad determinandam imaginationem ; ducatur CE, perpendicularis ad AC, demittatúrque EF parallela axi ; item AG, parallela lineæ CE ; quæritur longitudo lineæ EF, quæ ſemper major erit pedibus quinquaginta. Supponatur CE eſſe quotcúmque partium verbi gratia unius pedis, in triangulo rectangulo BCE ; cognito angulo recto BCE, item linea BC centum pedum, & linea C E, unius pedis, per Trigonometriam cognoſcetur tam baſis B E, quam angulus BEC, & conſequenter angulus BEF, ejus complementum. Pariter in triangulo BEF, iſoſcele, cujus cognoſcitur baſis BE, & angulus BEF, non latebit latus EF, à quo ſi ſubtrahas EG, pedum quinquaginta, habebis G F ; quare ſi dividas lineam AG, in quotcumque partes, & per ſingulas diviſiones ducas parallelas axi, ſcies eo modo earum longitudinem ; quare non erit opus niſi lineis valdè exiguis ; præſuppoſito tamen calculo Trigonometrico.

PROPOSITIO XXIII.

Problema.

Annulum cauſticum componere.

Ex ipſa parabola etiam annulum cauſticum detrahemus hoc modo. Sit parabola ABC, in ma-



teria ſolida deſcripta, verbi gratia lamina ærea, ſitque ejus focus D, reſecetur par illius EAB, reſtétque figura FEBC, quæ ſi circa axem HA, intelligatur volvi, deſcribet annulum parabolicum. Hic ſi ſoli directè opponatur omnes radios uniet in puncto D, ut facilè oſtendi poteſt ex ſuperioribus demonſtrationibus. Omnes enim radii parralleli axi, incidentes parabolæ ; ut radius G B, reflectitur in punctum G.

PROPOSITIO XXIV.

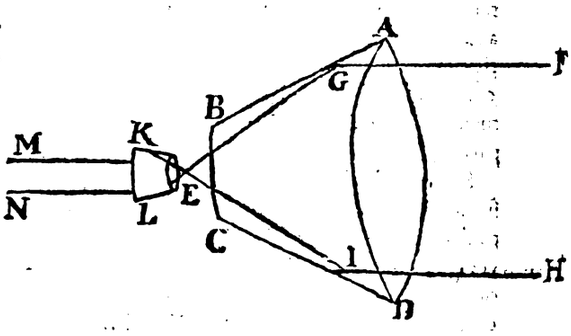
Problema.

Linea uſtoria infinita.

Hoc problema primus videtur propoſuiſſe Porta, licèt ſolutionem ejus non attulerit, ſed de induſtria intricaverit, ut videretur aliquid dixiſſe. Alii tamen ſolutionem dederunt, de qua quid ſentiendum ſit, hîc aperiemus.

Supponit autem eorum ſolutio non in ipſo præcisè puncto foci radios ſolares vim combuſtivam habere, ſed etiam aliquantò eam conſervare, tam ante ipſum punctum foci ; quam poſt, ut experientia & ratio ſuadet ; experientia quidem. Si enim adhibeatur materia concipiendo igni idonea, in toto aliquo ſpatio comburetur. Ratio verò. Sit enim ſpeculum magnitudinis unius pedis, in cujus foco radii ſolares ita colligantur, ut tamen ſpatium unius lineæ comprehendant, ſi adhibeatur ſpeculum duplò majus, etiam radii ſolares licèt non ita uniri, ſed obtinentes ſpatium duarum linearum, eandem habebunt intenſionem, ideóque æqualem habebunt virtutem incendendi materiam.

Supponit ſecundò radios parallelos æquè intenſos permanere neque decreſcere quantumli-



bet producantur ; modò ſemper paralleli permaneant. Sit igitur annulus parabolicus ABCD, cujus focus E, expoſitus directè radiis ſolaribus. Fiat alius annulus parabolicus ita parvus, ut diſtantia foci E ab eo ſit exigua, hoc eſt ita ut radii ſolares poſt unionem, factam in puncto E, poſſint adhuc urere in punctis K L, in quibus incurrunt in annulum parabolicum, Quibus poſitis putant ſolutum eſſe ploblema ; nam radii ſolares in ſpatio K L, ſufficienter uniti ſunt ad comburendum ; remittuntur autem paralleli (*per cor. 2. 19. hujus*) nam idem eſt omninò, quod lucidum ponatur in puncto E, reſpectu annuli parabolici K L, ac quod radii ſolares, jam uniti in puncto E, propter parabolam ABCD incidant in annulum K L, quare paralleli remittentur : igitur in toto ſpatio M N, eandem vim comburendi conſervabunt : & hoc in infinitum (*per ſuppoſitionem ſecundam.*)

Hæc tamen ratiocinatio in multis deficit, primò peccat contra praxin, hoc eſt licèt veriſſima eſſet demonſtratio, impoſſibilis tamen eſſet *in praxi*, ſi enim radii ſolares in ſpatio KL comburere poſſunt,

Digitized by Google

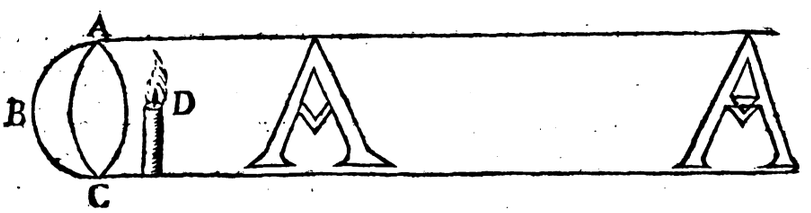
possint, liquabitur speculum KL; quæ enim materia talis inveniri poterit, quæ vim reflexivam habeat, incombustibilis tamen sit.

Secundò etiam hoc dato non conservarentur radii paralleli; falsum enim est radios solares omnes in eodem prorsus puncto E adunari, sed depingunt ut ita dicam solis imaginem majorē quidem, prout speculum ABCD erit segmentum majoris parabolæ. Quare sicut diximus (*prop.* 13.) concedam quidē radios solares pertinentes ad eandem solis partem parallelos procedere, qui tamen à diversis solis partibus oriuntur, nequaquam erunt paralleli; sed ampliabunt illud illuminationis spatium, cujus consequenter intensio minuetur.

PROPOSITIO XXV.

Problema.

Ad maximam distantiam characteres legendos exhibere.



Sit aliquis in urbe obsessa, qui cum amicis absentibus agere velit, habeat parabolicum speculum exquisitum. Item ex crassiori charta compactos alphabeti characteres, ita ut præcisa circumquáque superfluâ materiâ, solæ remaneat litteræ. Convenerint antè amici, ut de nocte ille qui foris est dato signo, aut determinata horâ, spectaret parietem album distantem verbi gratia uno milliari ab urbe, obsessus autem eâdem horâ aptaret speculum parabolicum ABC, instructum face accensa D, ita ut lumen remitteretur usque ad parietem, distantem per radios parallelos, tum opposita speculo litteris alphabeti interciperet lumen reflexum; ex quo orietur umbra similis in pariete, & quam alter in charta notaret.

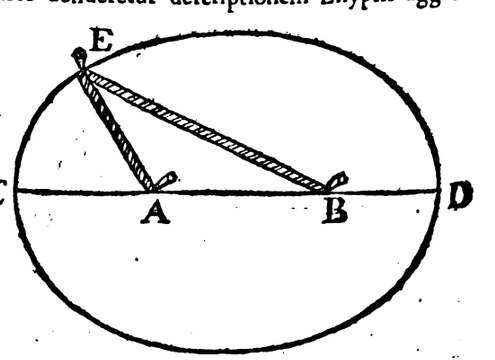
Hanc methodum multi existimarunt expeditissimam & certissimam, quam quidem ad aliquos passus succedere non difficeor, ad unum milliare, vix optatum finem adipisci credidetim. Ita à speculatione ad praxin progredi non est semper proclive. In hoc autem casu obstat una consideratio de quâ jam aliquid supra; neque enim fax illa indivisibilis est, aut tota invenitur in puncto foci; & consequenter neque radii reflexi omnes erunt paralleli; sed ex parallelismo exorbitabunt quam plurimi; qui error licèt initio videatur insensibilis, puta aliquorum forsitan minutorum, in tanta tamen distantia, totam hanc litteræ objectæ formam confundit, & inanem reddit. Quod confirmo exemplo familiari. Solent turribus nostris campanariis imponi globi satis magni, quorum umbræ antequam ad subjectum planum perveniant penitus evanescunt, quæ tamen in infinitum produci deberent, si sol per modum puncti alicujus spectaretur; quia tamen sol magnitudinem aliquam habet, ideo radii circum globum emissi ita sensim umbram ejus castigant, ut omnino deficiat. Idem dico in casu proposito. Licèt enim radii à centro facis speculo parabolico objectæ paralleli procedant, qui si soli essent umbram litteræ, similem immò & æqualem exhiberent; alii tamen radii eandem umbram sensim deturpant; ut in distantia centum passuum vix appareat.

PROPOSITIO XXVI.

Problema.

Descriptio Ellypsis.

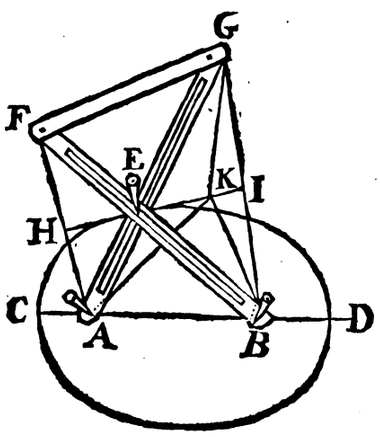
Hîc profiteor, quod jam antea dixi, me nolle propter unam aut alteram propositionem huc advocare Elementa conica Apollonii, ideóque omissis cæteris Ellypsis proprietatibus, unam aut alteram methodum eam describendi seligam: & absolute, seu nihil omninò decerpendo ex conicorum doctrina, immò omittendo quod ellypsis sit sectio conica, demonstrabo radios omnes ab uno puncto, in ejus superficiem incidentes, remitti ad unum aliud determinatum punctum. Estque Ellypticum speculum maximè usui, dum lumen facis, volumus in unum, & determinatum punctum remittere, ut hyeme sit aliquis qui scribere velit, ut manum ad Lampadis radios calefaciat, potest Ellypticum speculum adhibere; licèt ut verum fatear possit etiam parabolicum, aut sphæricum adhibere, modò facem non in puncto foci præcisè, sed tantisper remotiorem à speculo constituat, neque enim opus est, ut omnes præcisè radii in eodem prorsus puncto uniantur, ne quid tamen in hac parte desideretur descriptionem Ellypsis aggredior. Sit ergo describenda Ellypsis, ita ut radii omnes à puncto A, in ejus superficiem incidentes, reflectantur in punctum B ducatur linea AB, & sumantur lineæ AC, BD æquales,



quo erit minor linea AC, eò intensiores erunt radii: annectatur filum in punctis A & B, cujus longitudo æqualis sit lineis BC, AC simul sumptis; tum graphio E extendatur filum, moveaturque graphium filo illud dirigente, describeturque figura aliqua. Posteà probabo habere hanc proprietatem, ut angulus AEC æqualis sit angulo BED, & consequenter si luminosum sit in puncto A, omnes radij colligentur in punctum B, & viciſſim.

Quia tamen vix describi potest exactè istâ methodo hæc figura, eò quòd filum consentiat, & extendatur, aliam praxin afferemus, quam affert Franciscus Schooten. Parentur duæ regulæ ex materia solida æquales lineis BC, CA simul sumptis, quæ fissuram habeant æqualem graphio. Paretur item alia regula cujus longitudo æqualis sit lineæ AB, ita autem aptentur ut sequens figura ostendit. Hoc est firmentur duobus clavis in A,& B,circa quos moveri possint. Sint & alij duo clavi teretes in F & G, ita ut moveri possint regulæ circa illos. Immittatur autem graphium E, in utramque fissuram, dico graphium eandem figuram descripturum, quæ superiori methodo descripta est: ducantur enim lineæ AF, BG, item ex puncto E perpendicularis EH ad lineam AF.

Demonstratio. Triangula AFG, AFB, habent omnia latera æqualia: quare (*per* 7. 1.) erunt anguli FGA, FBA æquales. Triangula autem FEG,



AEB,cum habeant angulos oppositos ad verticem E æquales, & angulos ABE, FGE æquales.Erunt æquiangula. Habent autem latera FG, AB,ex constructione æqualia: quare (*per* 4.1.) erit ut FG ad AB, ita FE ad EA,& EG ad EB. Quare latera BE, EA sunt æqualia lineæ BF, hoc est lineis BC,AC simul sumptis & hoc in omni situ; sed in superiori methodo idem eveniebat; igitur eadem describitur figura hac methodo,ac superiori. Quod erat ostendendum.

Addo insuper lineam HE esse etiam perpendicularem ad lineam GI. Cum enim in triangulo FEA latera FE, EA sint æqualia. (*per* 5.1.) erunt anguli EFA, EAF æquales, ita ostendam angulos EGB,BEG æquales esse. In triangulis autem FEG, HEA æquiangulis, omnia erunt æqualia,& consequenter FEH, AEH & oppositi ad verticem GEI, BEI.Unde ostendam in triangulis EGI,BEI,omnia esse æqualia, & consequenter angulos in puncto I æquales, & rectos esse.

LEMMA.

Linea HEI est tangens Ellypsin.

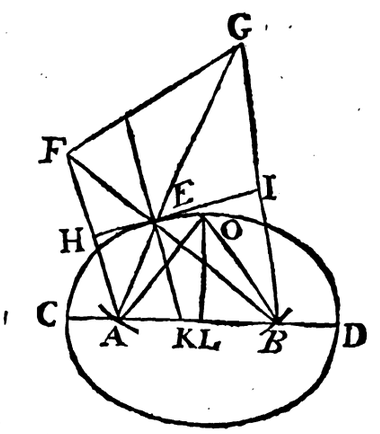
Ut linea HEI tangat Ellypsim, debet tota esse extra Ellypsin præter punctum E, quod habet commune cum illa. Sumatur enim lineæ HEI punctum quodcumque K. Hoc ostendo esse extra Ellypsin,hoc est lineas AK,KB majores esse,quàm lineas BC, AC simul sumptas; atque adeò lineas describentes Ellypsin utpote minores debere concurrere intra triangulum AKB. Ducatur linea KG,ostendam primò lineas KG, KB æquales esse. Cum in triangulis GIK, BIK, anguli in puncto I sint recti, & lineæ GI, IB æquales, & KI communis. Sed AK, KG (*per* 20. 1.) lineâ AG, seu lineis BC, AC majores sunt: igitur AK,KB,lineis describentibus Ellypsin sunt majores.

PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

Lucidi in uno Ellypsis foco positi radii, in alio foco colliguntur.

Sit lucidum positum in puncto A, dico omnes radios ex puncto A in superficiem Ellypticam



incidentes, colligi in puncto B. Repetatur enim superior figura in qua pariter sit linea HEI tangens Ellypsin.

Demonstratio. Ostendimus superioti propositione angulos AEH,HEF æquales esse, sed angulus HEF, sibi opposito ad verticem æqualis est, nempe angulo BEI: ergo anguli AEH incidentiæ, angulo BEI reflexionis æqualis est. Quare cum in speculis curvis anguli incidentiæ, & reflexionis desumantur penes tangentem, radius AE, reflectetur in EB, & ita ostendam accidere in reliquis omnibus punctis circumferentiæ Ellypticæ. Quod ostendendum erat.

PROPOSITIO XXVIII.

Problema.

Alij modi describendi Ellypsin.

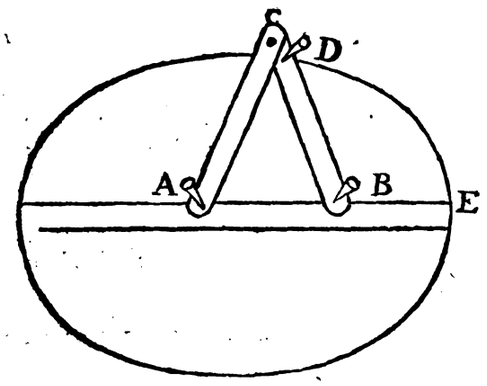
Quia ille modus qui traditus est supra,videbitur aliquibus difficilis,aliquos hìc subjiciam.

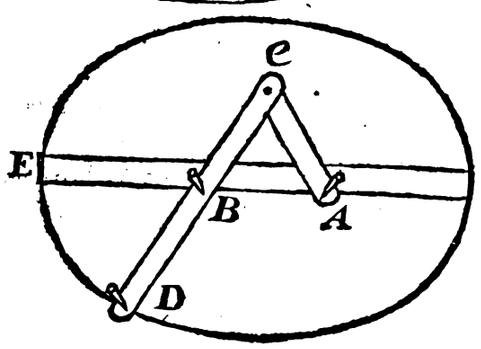
Primus erit ope regulæ, & brachioli Sit enim brachiolum AC minus maxima diametro Ellypsis, sitque ACD illi æqualis, & BD, sit æqualis minimæ diametro.Dico si punctum A,sit fixum in centro, & punctum B, moveatur secundum maximam diametrum AE, tunc punctum D describet Ellypsin.

Pariter

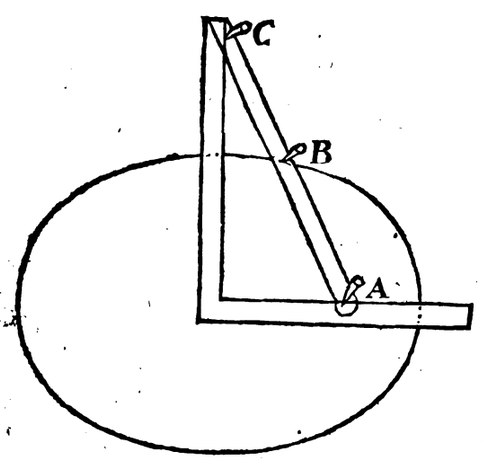
Digitized by Google

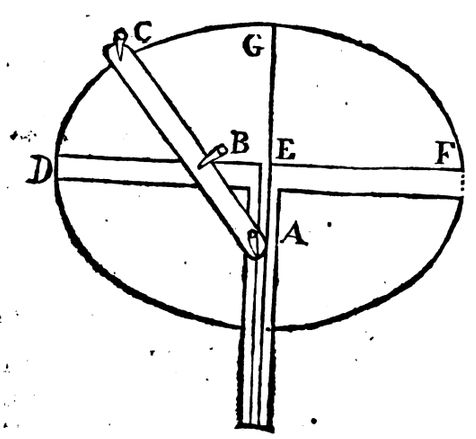
Pariter in ſecundo exemplo ACD, ſit æqualis maximæ diametro, & DB minimæ, moveaturque





B, ſecundum maximam diametrum AE, punctum D deſcribet Ellypſin. Hîc demonſtrationes nullas





ſubjicio, ſufficiat ad præſens inſtitutum priorem præxim eſſe demonſtratam, cum iſti modi ad eam facilè revocentur.

Aliter item deſcribi poteſt. Sit AB, æqualis minori diametro, & BC majori, ita ut punctum C moveatur ſupra minorem diametrum, & punctum A, ſupra majorem; punctum B deſcribet Ellypſin.

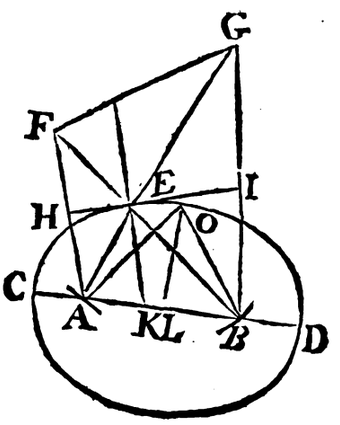
Denique ſit BC, æqualis minori diametro, & AC majori, moveaturque punctum A, ſupra minorem diametrum, & punctum B, ſupra majorem, punctum C deſcribet Ellypſin.

PROPOSITIO XXIX.

Problema.

Data Ellypſis, invenire duo puncta focorum.

Sit data Ellypſis COD, ſitque maxima diameter CD, quæ dividatur bifariam in L, ducaturque



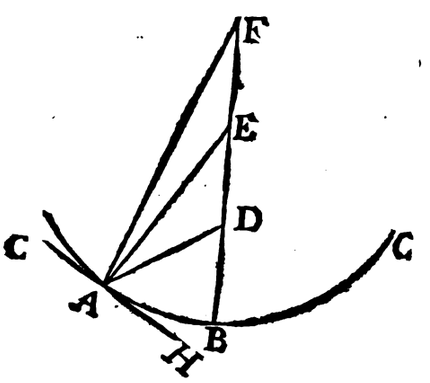
perpendicularis LO, ſi ex puncto O, tanquam centro intervallo LD, deſcribas arcus, ſecantes diametrum CD, in punctis B & A. Dico punncta A & B, eſſe ea quæ quæruntur. Quia nempe lineæ AOB, æquales ſunt lineis BC, AC, ſeu toti CD.

PROPOSITIO XXX.

Theorema.

In quocumque loco oculus poſitus ſit, ſeipſum videt in ſpeculo ſpherico concavo, tantum per diametrum.

Sit Sphæricum ſpeculum concavum ABC, ſit que oculus in D, E, dico quod non videbit ſe re-



flexè niſi per diametrum. Sit enim primò in D, dico quod non ſe videbit reflexè per radium AD. Ducatur enim EA, & tangens GH.

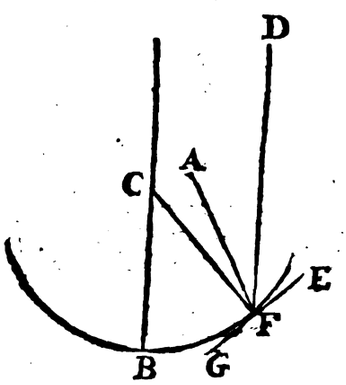
Demonstr. Cum angulus EAH (*per* 18.3.) sit rectus, angulus DAH acutus est: ergo AD, in seipsum non reflectet r, alioquin angulus incidentiæ, & reflexionis non essent æquales, (*contra suppositionem secundam* 1. *hujus*) idem dico de oculo in F existente. Si verò oculus esset in centro, diximus jam quid accideret, nempè se videret in toto speculo.

PROPOSITIO XXXI.

Theorema.

Objecti extra speculum positi, & magis distantis à diametro quam oculus, punctum reflexionis, non est in ea parte speculi in qua oculus, & objectum versantur.

Sit oculus in puncto A, ducatur diameter BC, sitque objectum extra speculi circumferentiam



positum D, & ex eadem parte ductæ diametri, dico fieri non posse, ut reflectatur objectum D ad oculum A, in aliquo puncto superficiei BE. Sit enim si fieri potest punctum F, in quo dicatur fieri talis reflexio, ducatur linea C F à centro C, item tangens EG.

Demonstr. (*Per* 1. *hujus*) linea à centro speculi ad punctum reflexionis ducta dividit angulum A F D bifariàm; sed in hoc casu non divideret; ergo fieri non potest talis reflexio.

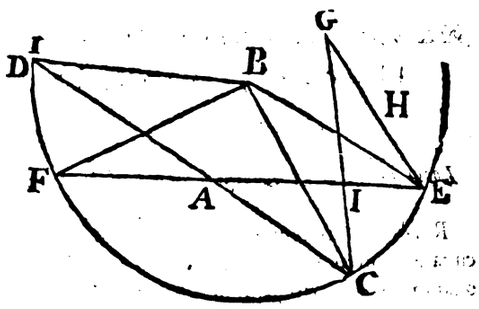
PROPOSITIO XXXII.

Theorema.

Objectum inter centrum, & peripheriam speculi concavi positum, aliquando per plures lineas reflexionis ab eodem oculo videtur.

Sit objectum A, positum inter centrum B, & superficiem speculi sphærici concavi, dico fieri posse ut oculus ita collocetur, ut videat objectum A, per plures lineas reflexionis. Sit enim quæcúmque linea incidentiæ A C, ducatur autem radius reflexionis C G, sit etiam quæcúmque alia linea incidentiæ AE, ita ut producta in F, faciat arcus DF, CE æquales; dico si illi respondens radius reflexionis, E H ducatur, qui concurret cum radio reflexo CG, atque adeò si oculus constituatur in puncto G, videbit objectum A., per radios reflexos CG, EG. Ducantur lineæ BD, BC, BF, BE.

Demonstr. Cum arcus DF, C E sint æquales, erunt addito communi FC arcus DC, F E æquales, & consequenter (*per ultimam sexti*) anguli D B C, F B E æquales, & consequenter anguli ACB, AEB æquales, quibus cum (*per* 1. *hujus*)



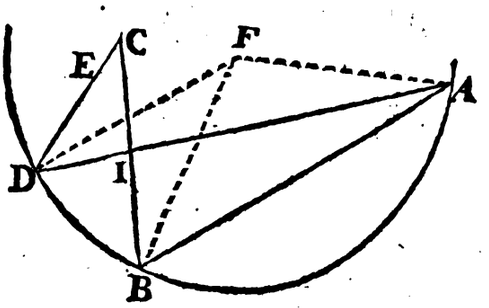
anguli BCG, BEH sint æquales; erunt anguli ACG AEG æquales; quare additis angulis æqualibus ACI, GIE; erunt duo anguli ACI; AIC duobus GIE, GEI æquales; sed priores duobus rectis minores sunt; ergo & posteriores duobus rectis minores erunt; quare concurrent lineæ IG, EG; quod erat demonstrandum.

Idem melius sequetur si accidat arcum CE, majorem esse arcu D F, tunc enim addito communi FC, erit arcus F E, major arcu DG, & angulus FBE, major angulo DBC, & consequenter angulus BEF, minor angulo BCD, & totalis IEG minor, totali ACG. Quare cum anguli ACI, AIC, minores sint duobus rectis (*per* 17.1.) erunt & anguli GIE, GEI, minores duobus rectis; quare lineæ IG, EG productæ concurrent; quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXXIII.

Theorema.

Objectum in superficie speculi concavi positum videri potest ab eodem oculo per plures radios reflexos.



Sit objectum A, in superficie speculi concavi positum: dico fieri posse ut per plures lineas reflexionis ab eodem oculo videatur objectum A. Sit enim radius incidentiæ quicumque AB, & reflexionis BC, sitque alius radius incidentiæ AD, & reflexionis DE, dico radium DE productum, concurrere cum radio BC in puncto C, & consequenter si oculus sit in puncto D, videbit objectum A. Per radios DC, BC, ducantur ex centro F, lineæ FD, FB, FA.

Demonstr. Cum angulus AFD, major sit angulo A F B, angulus FDA minor erit angulo FBA; & cum (*per* 1. *hujus*) anguli FDA, FDC; item FBC, F B A sint æquales, erit angulus totalis A D C minor totali ABC, & additis æqualibus AIB, D I C, erunt anguli A I B, ABI simul, majores angulis CDI, CID, sed priores (*per* 17.1.) minores

sunt

sunt duobus rectis, ergo multò magis anguli CDI, CID minores erunt duobus rectis, quare concurrent lineæ D C, I C, quod erat demonstrandum.

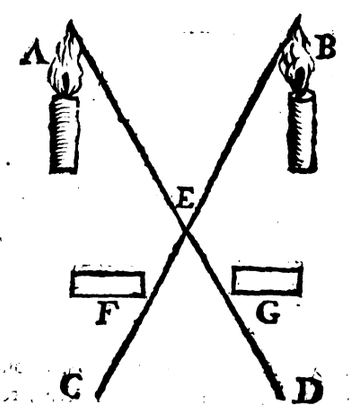
PROPOSITIO XXXIV.

Theorema.

Locus imaginis in speculis concavis in genere.

Relabimur in maximam istius tractatûs difficultatem, neque mirum nos in hac materia, aliquantulum cæcutire, qui vix benè explicare possumus quomodo oculus etiam per radium directum determinetur ad judicandum de loco objecti. Suppositis iis quæ de radio directo diximus, nempe quotiescúmque accidit, ut radii reflexionis ejusdem puncti objecti, ita in diversas ejusdem oculi partes incidant, ut veniant quasi ab uno eodémque puncto, judicabimus objectum esse in illo puncto; quia verè si objectum esset in eo loco, ita afficeret oculum. Quare ita formanda est ratiocinatio. Quoties objectum per reflexionem ita afficit oculum, ac directè afficeret, si existeret in loco determinato verbi gratia in loco A, tunc deberet videri in loco A, ex quibuscúmque tandem principiis petatur illa determinatio; sed si objectum esset in loco A, omnes radii incidentes in diversas oculi partes, procederent ex loco A; ergo si ita reflectantur radii ejusdem objecti ad oculum, ut procedant quasi ex loco A, hoc est ut producti ab oculo concurrant in locum A, imago objecti, erit in loco A. Ex quo fit ut si accidat radios reflexionis ad diversas pupillæ partes appellentes, venire quasi ab uno puncto; ibi erit locus imaginis objecti.

Diximus item cum de radio reflexo, determi-



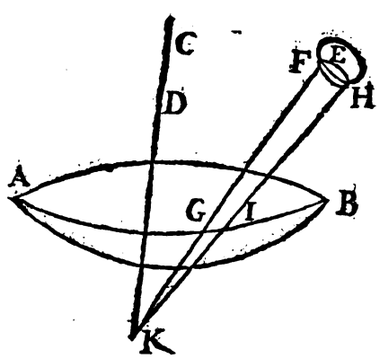
nationem ex duplici oculo desumptam, certiorem esse ad judicandum de objecti distantia, quam determinationem tantum ab uno oculo; quod confirmavimus experientia irrefragabili. Sint enim faces accensæ A & B, quæ à duobus oculis C & D ita spectentur, ut propter obices G & F, oculus C, videat tantum candelam B, & oculus D candelam A, unica tantum videbitur flamma in puncto E. Ex quo concludere licèt propositum; nempè determinationem utriúsque oculi certiorem & efficaciorem esse determinatione per unicum tantum oculum factâ. Licèt enim oculus C, videndo solam candelam B, quia omnes radii illius candelæ proficiscuntur ab eodem loco B, videt facem illam in loco B, si tamen accedat alia visio, illam facem videt in puncto E, ita etiam dicendum est in speculis quibuscúmque, quod etiamsi radii reflexi pertinentes ad idem objectum, ita afficiant unum oculum, quasi ex determinato loco proficiscerentur; si tamen accedat alia visio, ita ut radii reflexi ad duos oculos, in aliquo loco uniantur, & quasi ab eo puncto ad duos oculos procedant, is erit locus in quo videbitur objectum.

PROPOSITIO XXXV.

Theorema.

In speculis concavis communiter locus imaginis est in catheto incidentiæ, seu in communi concursu catheti incidentiæ & lineæ reflexionis.

Sit speculum concavum AB, cujus centrum C sit objectum D, quod reflexè videatur ab oculo



E, per radios reflexos GF, IH, ad diversas pupillæ FH partes ductos; dico communiter loquendo locum imaginis esse in catheto incidentiæ CDK. Sint enim F & H duæ partes pupillæ in diversa superficie reflexiva, licèt enim aliquæ pupillæ partes sint in eadem superficie reflexiva, quæ (*per primum suppositum primi hujus*) debet esse ad superficiem corporis reflectentis recta, & consequenter transire per centrum C, pleræque tamen partes ejusdem pupillæ sunt in divetsis superficiebus reflexivis. Assumantur igitur partes F, & H, producantúrque radii FG, HI donec concurrant, sitque cathetus incidentiæ CDK.

Demonstr. Radius GF est in plano ad superficiem speculi recto, & consequenter per centrum C transeunte, in eodem item plano debet esse objectum D, radius item IH est in alio plano pariter ad speculum recto. Horum autem planorum communis sectio est cathetus incidentiæ CDK; ergo si radii FG, HI concurrunt alicubi, id facient in catheto incidentiæ. Cum enim sint in diversis planis, concurrere non possunt nisi in communi sectione illorum planorum; ergo objectum videtur in catheto incidentiæ.

Dixi tamen communiter, quia aliquando tales radii non concurrunt, & tunc est confusio ut expendemus postea.

COROLLARIUM.

Eadem demonstratio applicari posset duobus oculis, si nempè puncta F & H, essent duo oculi; sed notandum est, eam nullam vim habere quotiescumque duo oculi invenirentur in eadem superficie

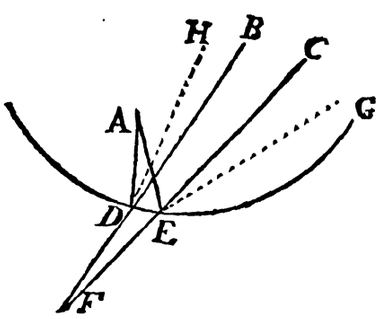
ſuperficie reflexiva, tunc enim non probarentur radii G F, H I, concurrere in catheto incidentiæ, licèt poſſit hoc ſuaderi, eò quòd ſi unus oculus tantiſper moveatur, & jam incipiat eſſe in alia ſuperficie reflexiva, illi radii uniri non poſſint, niſi in catheto incidentiæ, nempè in communi ſectione planorum in quibus exiſtunt.

PROPOSITIO XXXVI.

Theorema.

Objectum vicinius ſpeculo concavo, quartâ parte diametri, habet imaginem ultra ſpeculum.

Sit objectum A vicinius ſpeculo concavo, quam ſit quarta pars diametri, quod reflexè videatur ab



oculis B & C per radios DB, EC, dico objecti illius imaginem fore ultra ſpeculum verbi gratia in puncto F, hoc eſt videndum eſſe in puncto F.

Demonſtratio. (*Per 17. hujus*) objectum aut lucidum propius ſpeculo, quam punctum foci, radiat reflexè per lineas divergentes, quare radii D B, EC, erunt divergentes; ergo producti concurrent ad partes F. Quare eodem modo afficientur oculi, ac ſi objectum eſſet in puncto F, & (*per 31. hujus*) imago objecti A erit in puncto F; quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XXXVII.

Theorema.

Cùm imago eſt extra ſpeculum, major eſt diſtantia imaginis à ſpeculo, quam objecti ab eodem ſpeculo.

Vide figuram præcedentem.

In eadem figura, dico locum imaginis F magis diſtare à ſpeculo, quam objectum A.

Demonſtratio. (*Per 6. hujus*) in ſpeculis concavis, radii reflexi minùs diſperguntur, quàm in planis; ſint ergo radii reflexi in ſpeculo concavo, nempe DE, EC, ſint autem radii qui ſpeculo plano reflecterentur DH, EG, qui cùm magis divergant ab invicem, citiùs etiam unientur. Sed radii reflexi in ſpeculis planis ita uniuntur in loco imaginis, ut tanta ſit diſtantia objecti à ſpeculo, quanta imaginis ab eodem ſpeculo; ergo radii reflexi à ſpeculo concavo, tardiùs uniendi, ita concurrent in loco imaginis, ut major ſit diſtantia imaginis à ſpeculo, quam objecti ab eodem ſpeculo; quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XXXVIII.

Theorema.

Objectum vicinius ſpeculo, imaginem ultra ſpeculum apparentem viciniorem habet.

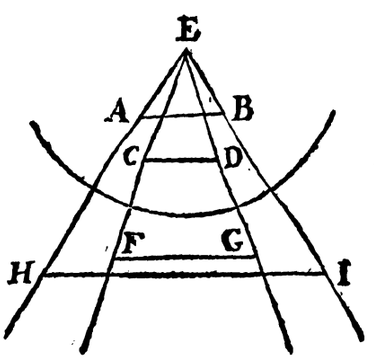
Objectum vicinius ſpeculo (volo autem ut minus quarta parte diametri ab eo diſtet) radios remittit magis divergentes, ut facilè ſequitur (*ex prop. 16.*) ſed radii magis divergentes citiùs uniuntur, punctum autem concurſûs eſt locus imaginis; igitur objectum vicinius ſpeculo, imaginem ultra ſpeculum apparentem viciniorem habet.

PROPOSITIO XXXIX.

Theorema.

Objectum cujus imago ultra ſpeculum eſt, quò magis à ſpeculo removebitur; eò majus apparebit; modò ſit intra ſpeculum, & centrum.

Sit objectum AB, æquale objecto C D, & in ſimili ſitu, ſintque inter centrum ſpeculi &



ejus ſuperficiem poſita, & objectum A B ſit remotius à centro; dico objectum AB majus apparere. Ducantur enim ex centro ſpeculi E, per puncta extrema AB, CD, catheti incidentiæ EA, EB, EC, ED; & quia AB, CD ſupponuntur parallelæ, & AB vicinior centro, erit angulus A E B major angulo C E D. Si enim eſſet æqualis angulus, cum CE, DE ſupponantur majores lineis AE, EB (*per 4.6.*) eſſet CD major quam AB; contra ſuppoſitionem.

Demonſtratio. (*Per 33. hujus*) locus imaginis, puncti C eſt in linea EC. Sit in puncto F, locus imaginis puncti D ſit in G; igitur tota imago erit FG, pariter locus imaginis puncti A eſt in catheto EA, & locus imaginis puncti B eſt in catheto EB, & (*per 36. hujus*) objectum C vicinius ſpeculo imaginem viciniorem habet. Igitur ſit punctum H imago objecti A, & I imago objecti B, eruntque EH, EI, majores quam EF, EG. Cum ergo latera EH, EI majora ſint quam EF, EG, item angulus HEI major ſit quam FEG, clarum eſt baſin H I ſeu imaginem objecti A B, majorem eſſe quam F G imaginem objecti C D, quod erat demonſtrandum.

PROPO

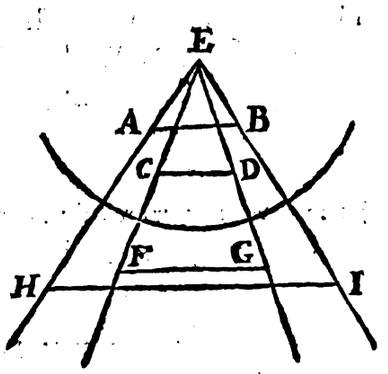
Digitized by Google

PROPOSITIO XL.

Theorema.

Objecti cujus imago ultra ſpeculum apparet, & poſiti inter centrum & ſpeculum partes dextræ ſiniſtræ apparent.

Dum dico partes dextras apparere ſiniſtras, hoc in eodem ſenſu intelligendum eſt, in quo ſimilem



propoſitionem explicuimus in ſpeculis planis, & convexis; nempe quod ſi CD eſſet vultus hominis, & C oculus dexter, D ſiniſter, videret ſuum oculum dextrum in F, & oculum D in G, ita ut ſi FG imago ſumatur quaſi alter homo, F imago oculi dextri, ſit ejus oculus ſiniſter, propter converſionem quam habent ad invicem, unde quæ ſunt in ſuperiori loco in ſuperiori loco videntur.

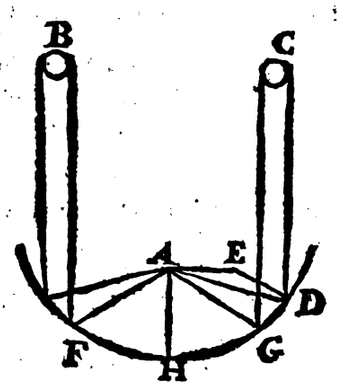
Quâ explicatione poſitâ patet facilè propoſitio; nam (*per 32. hujus*) imago objecti C erit in F, & objecti D erit in G, ex eadem nempè parte, ſed hoc eſt dextra apparere ſiniſtra, igitur in ſpeculis concavis quoties imago eſt ultra ſpeculum, & objectum inter centrum, & ſuperficiem ſpeculi, dextra apparent ſiniſtra, quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XLI.

Theorema.

Objecti in puncto foci poſiti imago eſt confuſa, vixque ullus aſſignari poteſt illius locus.

Sit objectum in puncto foci A, oculi B & C, dico dari confuſionem, nec aſſignari poſſe proprium imaginis locum.



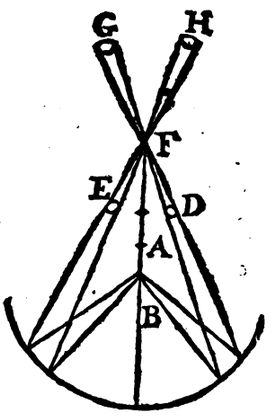
Demonſtratio. Objecti in puncto foci poſiti, radii reflexi ſunt paralleli, ſed radii paralleli in eundem oculum incidentes non benè uniuntur, niſi ſit aliqua in oculo depravatio: nullus enim eſt oculus qui perfectè uniat radios perfectè parallelos, nempè ab objecto, ut ita dicam infinitè diſtante prodeuntes, ergo erit confuſio. Secundò nullus proprius locus aſſignabitur, eò quòd oculus B, videat objectum A per radium BF, & oculus C per radium CG, qui nec uniuntur inter ſe, nec cum catheto incidentiæ AH, atque adeo tunc ipſa ſuperficies ſpeculi pro loco imaginis aſſignatur. Quod ſi objectum non conſideretur per modum unius, ſed habeat aliquam magnitudinem; ut ſi detur linea A E, ſitque E D, cathetus incidentiæ puncti E, qui radii omnes reflexi ad objectum E pertinentes, ſunt paralleli radio ED, adhuc dextra ſiniſtra apparebunt in ſenſu ſuperioris propoſitionis.

PROPOSITIO XLII.

Theorema.

Objectum inter focum, & centrum ſpeculi poſiti, ſicut & in centro exiſtentis, imago eſt confuſa, reſpectu oculi ante concurſum radiorum poſiti.

Sit objectum A, inter focum & centrum, poſitum, ſintque oculi E & D, ante concurſum



radiorum reflexorum, dico objectum A, viſum iri confuſè.

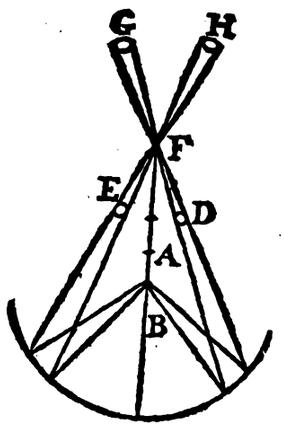
Demonſtrat. Quotieſcúmque objectum poſitum eſt inter centrum & focum, radii reflexi uniuntur cum axe (*per 17. huius*) uniantur ergo in puncto F, clarum eſt quod ſi oculi ſint E & D, excipient radios non quaſi ab eodem puncto venientes, ſed quaſi à diverſis. Nullus autem eſt oculus qui radios hoc modo procedentes unire poſſit in idem retinæ punctum; igitur erit confuſio; nec ullus aſſignari poterit locus imaginis, ſed quilibet oculus ſuam videbit valdè confuſam. Major adhuc eſſet, ſi objectum eſſet in centro; tunc enim ab oculo extra hoc punctum poſito, nullo modo videri poſſet.

PROPOSITIO XLIII.

Theorema.

Objecti inter focum & centrum positi, imago est ante speculum, magis distans à speculo quam centrum.

Sit in superiori figura, objectum A, inter focum B & centrum C positum, cujus radii reflexi (*per 17.hujus*) uniantur in puncto F, & post unionem ulterius producantur, ita ut occurrant in oculos G & H; dico locum imaginis objecti A, esse in puncto F.



Demonstratio. (*Per 32.& 33.*) locus imaginis est in concursu radii reflexi,& catheti incidentiæ, hic autem concursus est in puncto F; igitur in puncto F est locus imaginis. Vel oculi G & H eodem modo afficiuntur reflexè ab objecto A, ac afficerentur directè ab objecto existente in puncto F, nempè per radios FG, FH; sed si hoc modo afficerentur ab objecto existente in puncto F, illud viderent esse in puncto F; igitur locus in quo videbitur objectum A, reflexè ab oculis G & H, erit F, seu punctum F est locus imaginis, quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XLIV.

Theorema.

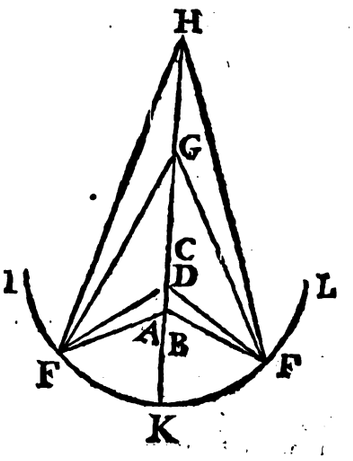
Quò objectum inter centrum, & focum positum, erit vicinius foco; eò imago erit remotior à speculo.

Sit objectum A vicinius foco B, quam objectum D, sitque utrúmque inter focum B, & centrum D, sitque (*per 17.hujus*) imago objecti D in G; dico imaginem objecti A, esse ultra G, verbi gratiâ in H.

Demonstratio. Sint radii incidentes à puncto D ad speculum DE,DF, & reflexi EG, FG, item radii incidentiæ AE, AF, cum anguli incidentiæ AEK,AFK,minores sint angulis incidentiæ DEK, DFK, & hi æquales sint angulis reflexionis sibi correspondentibus GEI, GFL, item debeant anguli reflexionis correspondentes angulis incidentiæ AEK, AFK, illis esse æquales (*per suppositionem 2.*) debebunt minores esse anguli GEI, GFL, quales sunt HGI, HFL, etgo locus imaginis erit ultra G; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Inde fit ut si baculum moveas versus focum



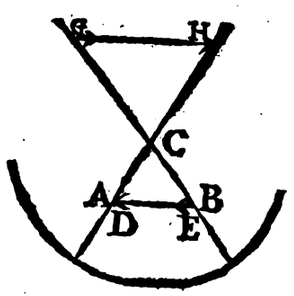
imago ejus movebitur contra te, seu contrario motu.

PROPOSITIO XLV.

Theorema.

Objectum totale inter focum, & centrum positum, habet imaginem ante speculi centrum apparentem, eversam quoad situm.

Sit objectum A B inter centrum C, & duo puncta focorum D & E, (nam in qualibet diametro unum assignari potest punctum foci;) dico imaginem objecti AB, apparentem ante centrum verbi gratia in GH,ita se habere ut sit eversa quo ad situm.



Demonstr. Ducantur enim per centrum C, ex punctis A & B diametri BC,AC, (*per 17.hujus*) radii reflexi puncti objectivi A, unientur in diametro AC ante centrum; uniantur ergo in puncto H; item radii reflexi puncti B unientur in diametro BC, verbi gratia in puncto G. (*sed per 40.hujus*) locus imaginis erit in puncto concursûs respectu oculorum ulteriùs positorum; igitur eversus erit situs imaginis non tantum in sensu posito supra, sed verè, & propriè.

PROPOSITIO XLVI.

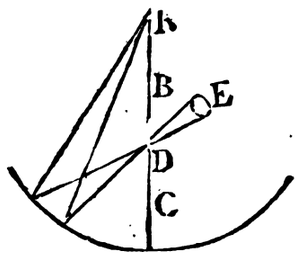
Theorema.

Objectum magis distans à superficie concava, quam centrum speculi, imaginem habet inter centrum & focum respectu oculi magis distantis à speculo, quàm imago.

Sit objectum A, positum ultra centrum B, speculi

Digitized by Google

culi concavi ſitque punctum foci C, dico quod imago objecti A erit inter B & C, verbi gratia in puncto D, reſpectu oculi magis diſtantis à ſpeculo quam punctum D, ſit enim oculus E.



Demonſtr. (*Per coroll.* 13.) objectum A radiat reflexè per radios concurrentes cum axe in punctum D, poſitum inter focum C, & centrum B; poſt eam autem radiorum unionem, rurſus radii diſpergentur. Si ergo incurrant in oculum E, eodem modo oculus afficietur ac ſi objectum eſſet in puncto D, ergo (*per* 32. *hujus*) objectum A apparet in D, quod erat demonſtrandum.

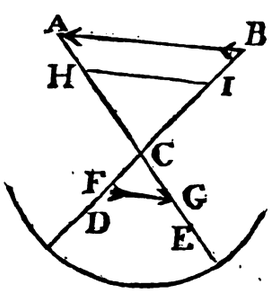
Ex quo ſequitur quod quantumvis removeatur objectum ultra centrum mathematicè loquendo, imago ſemper quidem vicinior erit puncto foci, nunquam tamen cum illo coincidet, quia nunquam radii incidentiæ illius objecti erunt inter ſe paralleli, quod neceſſarium eſſet, ut reflecterentur omnes in punctum foci.

PROPOSITIO XLVII.

Theorema.

Objectum totale remotius à ſpeculo, quàm ejus centrum, habet imaginem quoad ſitum everſam reſpectu oculi magis diſtantis à ſpeculo, quàm imago ab eodem diſtet.

Sit objectum totale AB, magis remotum à ſpeculo quam centrum illius C, ducantur diametri AC, BC, (*per pracedentem*) locus imaginis puncti



A, erit inter centrum C, & punctum foci E: ſit punctum G; pariter locus imaginis puncti B erit F, igitur everſus erit ſitus objecti totalis AB, quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XLVIII.

Theorema.

Objectum totale magis remotum à centro ſpeculi, quam punctum foci, habet imaginem ſe minorem.

In eadem figura ſit objectum totale AB, magis remotum à centro C, quam punctum foci D, aut E, dico ejus imaginem eo minorem eſſe.

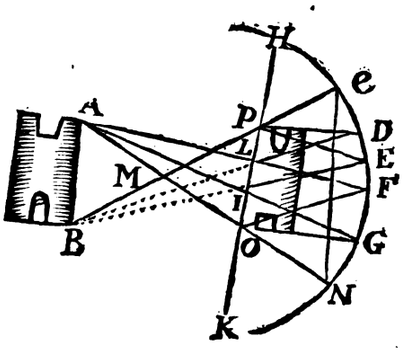
Demonſtr. Cum enim anguli ACB, FCG, ad verticem oppoſiti ſint æquales, & latera AC, BC, majora ſint lateribus CF, CG, baſis AB major erit baſi FG. Si enim abſcindantur CH, CI æquales lineis CF, CG, (*per* 4. 1.) erunt baſes HI, FG æquales. Linea autem AB, major eſt quam linea HI, ergo & major quam linea FG, quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XLIX.

Theorema.

Objectorum imagines per reflexionem ad ſpeculum concavum in charta diſtinctiſſimè depinguntur, in loco præcipuè obſcuro.

Locuti ſumus in ſuppoſitionibus requiſitis ad intelligentiam potentiæ viſivæ, de illo ſatis celebri phænomeno, in cubiculo undique clauſo, apparente, nempè cum objecta foris poſita per foramen lente convexâ inſtructum in oppoſitam chartam radiarent. Explicuimúſque cauſas illius, quod nempè lumen à ſingulis objecti partibus emiſſum, in idem punctum chartæ colligeretur, ideóque majorem vim ad proprios colores exhibendos haberet. Quod ibi ſuppoſuimus circa lentem convexam, id modò explicamus ex inſtituto de ſpeculo concavo, nam in genere dicere poſſumus, quidquid accidit lenti convexæ; id etiam proprium eſſe ſpeculi concavi, quod ita oſtendo. Ut appareat in charta imago objectorum foris poſitorum, debent plurimi radii ad idem objectum pertinentes uniri. Sit ergo objectum AB, in ſatis



magna diſtantia, ita ut radii ab eadem ejus parte ad diverſa ſpeculi puncta ducti, non multùm diſcrepent à parallelis. Sit feneſtra linea HK, in qua foramen unius aut alterius digiti IL, & ſpeculum diſtet à plano feneſtræ ligneæ dealbatæ interius, dimidiâ parte ſemidiametri. Sitque centrum ſpeculi M. Intelligatur per centrum M duci linea AMN, item per foramen intelligantur radii ALF, AIG, qui cum ut ſuppoſuimus ſint phyſicè paralleli, uniantur in puncto foci, exiſtente in diametro AMN, hoc autem erit punctum O; ſuppoſuimus enim planum feneſtræ ligneæ, diſtare à ſpeculo ad diſtantiam foci. Pariter oſtendam radios BLD, BIE, reflecti in punctum P, quare in ſuperficie feneſtræ HK, exprimentur imagines objectorum foris poſitorum, quod oſtendendum erat.

COROLLARIUM I.

Imago objectorum eversa erit, cum enim punctum B uniat radios in puncto P, & punctum A in puncto O, necessariò evertitur situs imaginis; sequitur item moto objecto moveri ejus imaginem.

COROLLARIUM II.

Quò speculum erit majoris sphæræ segmentum, eò imago major erit, quò enim speculum ad majorem sphæram pertinebit, eò etiam semidiametrum & quartam partem ejus magis distantem habebit: sed quò major erit distantia focorum à centro, seu punctorum in quibus unientur radii, eò cæteris paribus major erit imago: ergo quò speculum erit majoris sphæræ segmentum major erit imago. Ex quo concludes nullum esse defectum in speculo concavo, quod ad aliquos passus solis radios uniat, etiamsi præcisè in eodem puncto omnes radii non uniantur, sed punctum foci aliquam habeat magnitudinem. Cùm enim debeat tam benè imago solis depingi, quàm in superiori figura, imago objecti A B; & supponatur speculum majoris sphæræ segmentum, major etiam erit solis imago.

COROLLARIUM III.

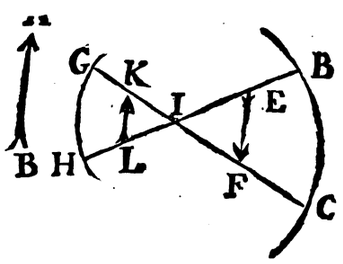
Satiùs est uti lente convexâ, quam speculo concavo, ut exhibeantur rerum imagines in cubiculo clauso, quia imagines rerum spatium occupabunt minus ipso speculo, ideóque, vel paucæ imagines exhibentur vel speculum erit magnum.

PROPOSITIO L.

Problema.

Duobus speculis concavis, objectorum imagines erigere.

Sit objectum AB, cujus imago erigenda sit, ope duorum speculorum concavorum. Sit speculum



CB, quod (*per 47. hujus*) imaginem objecti AB, satis distincti exhibeat in E F. Si nempè apponeretur charta, sed hæc charta non applicetur; sit aliud speculum GH, cujus centrum I sit ultra E F, dico dari inter GH, & centrum I, aliquod punctum in radio reflexo CFI, in quo omnes radii à puncto A, post duplicem reflexionem unientur, & pariter dari aliquod punctum in linea EIH inter centrum I, & punctum H, in quo unientur post duplicem reflexionem radii à puncto B emissi.

Demonstratio. Cum omnes radii puncti objectivi A, uniantur in puncto F, per reflexionem ad speculum BC factam, post eam unionem rursus separabuntur, & incident in speculum FG, quasi objectum esset in puncto F, sed objecti existentis in puncto F, (*per coroll. 17. hujus*) radij per reflexionem uniuntur inter centrum I, & focum, hoc est in linea GI. Sit illud punctum K. Pariter ostendam omnes radios puncti objectivi B, uniri in aliquo puncto diametri I H, verbi gratia in puncto L, ergo objectorum imagines duobus speculis concavis erigi possunt, quod erat demonstrandum.

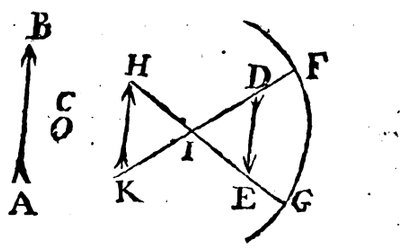
Ut verum tamen fatear, hæc potiùs speculativa sunt, quàm practica; eò quòd sit satis difficile, ita omnia componere, ut sit satis obscuritatis in cubiculo, & charta quæ in KL deberet imaginem excipere, non intercipiat omnes radios ab objecto emissos, unde hæc propositio speculativa est, non practica.

PROPOSITIO LI.

Problema.

Imagines objectorum in cubiculo clauso, inverso situ exhibitas speculo concavo erigere.

Hæc propositio ad praxin revocari potest. Instruatur ergo, lente convexâ foramen cubiculi clausi, ita ut in certa distantia rerum imagines eversò situ exhibeantur. Exhibentur autem imagines in eo puncto in quo radii componentes penicillos, seu pertinentes ad eamdem objecti partem, perfectissimè uniuntur. Sit ergo objectum



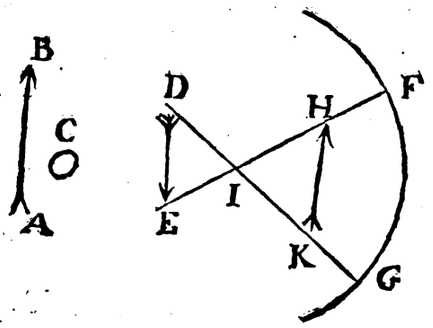
AB, lens convexa C, locus imaginis DE, ita ut omnes radii pertinentes ad A, uniantur in puncto D, qui autem prodeunt à puncto B, uniantur in puncto E. Hi autem radii post unionem in punctis D & E, factam, rursus separantur ab invicem, ideóque eodem modo propagantur ac si objectum re vera esset in punctis D & E. Applicetur primò ita speculum FG, ut imago DE inveniatur inter centrum speculi I, & focum ejusdem; dico quòd omnes radii puncti A, unientur in aliquo puncto lineæ DIK, & hoc ultra centrum ut in puncto K, & omnes radii pertinentes ad punctum B, unientur in puncto H.

Demonstratio. Vi lentis convexæ C, ut suppono omnes radii puncti A uniuntur in D, & post eam unionem ulterius propagantur, & eodem modo incidunt in speculum F G, ac si objectum esset in puncto D. Punctum autem D, ex constructione, est inter centrum & focum; ergo (*per 17. hujus*) radii à puncto D, in speculum incidentes, uniuntur ultra centrum I in diametro D I K. Ita ostendam radios à puncto B, uniri in puncto H; ergo restituitur imago in situm connaturalem, quem obtinet objectum.

Potest alio modo speculum constitui, nempè ut ejus centrum I inveniatur inter imaginem inversam D E, & speculum; tunc enim radii à puncto D emissi unientur in puncto K, (*per corol. 17.*)

Digitized by Google

coroll. 17.) & qui post unionem in puncto E, & propagantur ad speculum usque, unientur in punto H, atque ita rursus imago obtinet situm connaturalem objecti. Quod faciendum erat.



PROPOSITIO LII.

Theorema.

Presbyta uti non potest speculo concavo, nisi ad distinguenda objecta, quæ sunt circa focum.

Hæc propositio primò constat experientia. Nam presbytæ non egent perspiciliis ad videnda objecta maxime dissita, sed tantum ad viciniora; eò quòd radii ab objecto viciniori in oculum incidentes, nimis divergant, quàm ut vi crystallini in retina uniantur; & ad hoc utuntur perspiciliis convexis: radios autem ab objecto remotiore procedentes, crystallinus humor satis exactè unit; sunt enim ferè paralleli; sed objecti in foco speculi concavi positi, radii remittuntur paralleli, igitur opo speculi concavi presbyta hujusmodi objecta distinguet. Si verò objectum sit inter focum, & speculum, radij remittentur divergentes, quasi à puncto ultra speculum posito, quod punctum si longiùs distet à speculo, adhuc à presbyta distinguetur. Si verò sit vicinius non distinguetur. Supponimus enim vitium presbytæ in eo positum esse, ut objecta vicina non distinguat; ergo neque illa quæ per reflexionem remittent radios quasi ex puncto vicino divergentes.

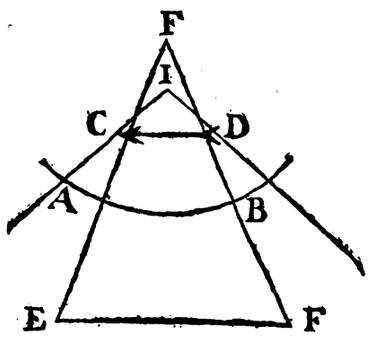
Denique si objectum longius distet à speculo quàm focus, radij remittentur convergentes. Ij autem tantum, radios convergentes unient qui crystallinum ferè planum habent. Myopes vix uti possunt speculo concavo, quia cum sine adjumento optimè distinguant objecta vicina, quorum radii sunt divergentes, eà tantum distinguere poterunt per reflexionem speculi concavi, quæ inter speculum & focum sunt posita, quæ sine speculo jam satis distinguerent. Quare speculo concavo non utuntur, nisi sphæræ minimæ, ad modum microscopij.

PROPOSITIO LIII.

Theorema.

Speculum concavum, sphæræ minimæ segmentum, res parvas amplificat, seu microscopium est.

Sit speculum AB, objectum CD inter focum & speculum positum, cujus imago virtualis EF, hæc major erit objecto CD, ut jam ostendimus.



& satis per se patet. Si verò speculum AB esset minoris sphæræ, centrum ejus vicinius esset. Ponatur esse in puncto I, clarum est quod cum objectum CD, possit esse vicinius centro I, quam centro F, absque eò quòd in utroque casu attingat focum; quò autem vicinius erit centro, eò catheti incidentiæ determinantes magnitudinem imaginis majorem angulum comprehendent. Poterit speculum concavum tam parvæ sphæræ esse segmentum ut objectum sit valdè vicinum centro, & consequenter ut maximè amplificetur imago objectorum minutorum; ergo microscopium in speculo concavo habemus. Quod erat ostendendum.

PROPOSITIO LIV.

Theorema.

Telescopium ex duobus speculis concavis componere, quo objectum inversum videbitur.

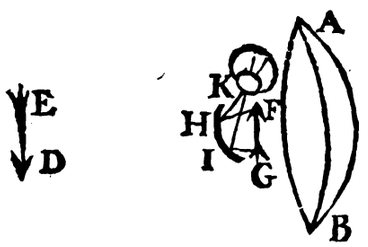
Primò quidem in genere hæc propositio suaderi poterit, quod jam constet experientia, duabus lentibus convexis telescopium constitui posse, quo quidem inversum appareat objectum, ideoque solis spectandis syderibus aptissimum. Proprium autem est lentis convexæ radios ab eodem objecti puncto prodeuntes in unum colligere, quod cum de speculis etiam concavis demonstraverimus, jam possibilitas talis telescopij sufficienter probata videretur: ut tamen sincerè dicam neque hoc telescopium commodum esse potest, nec exquisitum. Non primum; quia duo specula ita aptare ut duplici reflexione radii à determinato objecto ad oculum usque perveniant non est ita facile. Neque etiam secundum, quia difficilius est habere specula concava exquisita, quam lentes convexas. Vel enim specula erunt metallica, & hæc polituram non habent quæ cum vitri elaborati perspicuitate comparari possit; vel erunt vitrea, & in iis duplex reflexio, & folij stannei applicatio multùm detrahent de illa perfectione quæ in telescopiis requiritur. Quidquid tamen sit saltem doctrinæ causa id proponere volui.

Ad Perfectionem telescopij cujuscumque tria requiruntur nempe. Primò ut objectum ostendat magnum. Secundò distinctum. Tertiò cum magno lumine, hoc est ut objectum fortiter potentiam vivam moveat. Primum præstat quoties penicillos, ita distrahit ab invicem, ut magnam retinæ partem occupent. Secundum efficit si præcisè radios ad idem objectum pertinentes in

Digitized by Google

eadem retinæ parte uniat. Ultimum tandem exequitur si plurimos radios singulorum objectorum colligat. Quæ tria nonnunquam sibi adversantur, possumus enim penicillos distrahere quantum volumus; sed tunc periculum est ne radij componentes penicillos ab invicem etiam separentur; & ad diversas retinæ partes appellant. Denique ut multùm luminis habeamus lentes magnæ, & amplæ adhibendæ sunt, quò autem majores sunt, eò minus perfectè uniunt radios. Ostendam enim suo loco, in sphæricis lentibus radios remotiores ab axe, non in eodem prorsus puncto axis uniri, in quo minùs remoti uniuntur. Sed ad rem veniamus.

Sit speculum concavum maximæ sphæræ segmentum, facilè autem habebitur magnitudo. Si enim velis telescopium unius pedis, sit diameter sphæræ quatuor pedum. In lentibus convexis elaboratis ex una tantum parte, hoc est plano convexis, aliæ mensuræ observandæ sunt. Nempe si debeat telescopium esse unius, convexitas pertineat ad sphæram cujus diameter unius pedis circiter. Si verò lens sit convexo-convexa, ut sit telescopium unius pedis; debeat utráque convexitas pertinere ad spæram cujus diameter duorum pedum. Ratio est quia lentes ad tantam distantiam radios parallelos uniunt; sed specula ut ostendimus circa quartam partem diametri radios parallelos colligunt. Sit igitur speculum



AB cujus centrum H, imaginem objecti DE; exhibens inversam in punctis FG, hoc est uniens puncti D radios in puncto F, & puncti E, in G. Ita ut post eam unionem radii eodem modo propagentur, ac si objectum esset in F, G. Sumatur aliud speculum minoris sphæræ segmentum; ut verbi gratiâ sit segmentum sphæræ quatuor digitorum; ita ut uniat radios ad distantiam unius digiti, sitque illud HI, & oculus K, sitque speculum HI, ita dispositum, ut EG, nempe prior unio radiorum, sit illi vicinior quam focus, dico objectum ED, visum iri ab oculo K, & majus quam directè appareret, & inversum.

Demonstratio. Objecti ED omnes radii colliguntur in FG, ita ut eodem modo radiet post eam unionem, ac si re vera esset in FG; (*per 47. hujus*) sed si objectum esset in FG, & distantia imaginis à speculo HI sit minor, distantia foci (*per 51. hujus*) amplificabitur objectum FG, seu ED; ergo jam habemus quod augeatur objectum, & quò HI, erit minoris sphæræ segmentum, eo majus erit illud augmentum. Quod verò objectum ED appareat inversum ita ostendo. Objectum ED ita radiat reflexè ad oculum K, ac si esset in FG; sed si esset in FG, eo modo quo suppositimus dextra, apparerent sinistra, ut explicuimus (*prop.* 38.) hoc est videretur in eodem situ in quo est FG, sed FG habet situm eversum: ergo objectum ED inversum apparet.

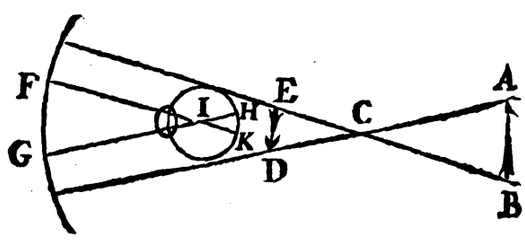
Fateor quidem hujusmodi telescopia id habere incommodi, quod cum maxima difficultate collocari possit oculus, ita ut non impediat alterutram reflexionem. Hoc autem proposui tantum doctrinæ gratia. Posset item loco secundi speculi apponi lens convexa, sed de lentibus dicemus in dioptrica.

PROPOSITIO LV.

Theorema.

Oculus inter focum, & speculum concavum positus, objecta remota videt erecto situ.

Sit objectum AB remotum, sitque speculum FG, cujus centrum C, ita ut omnes radij puncti



A, uniri debeant reflexè in puncto D, sicut omnes radii puncti B, in puncto E uniri debeant. Interponatur oculus cujus centrum I. Dico objectum AB, videndum erecto situ ab oculo I. Intelligantur ex punctis E & D, per centrum I ducti radii DIF, EIG.

Demonstratio. Si oculus sublatus esset, radius FID pertineret ad punctum objectivum A, unireturque cum diametro ACD in puncto D; ergo ibi collocato oculo ad eandem objecti partem A pertinet. Transit autem per centrum oculi, ideoque aut nullam aut modicam patitur refractionem, & alii radii ad illum accedent, ideoque imago puncti A erit in K. Eodem modo ostendam imaginem partis objectivæ B, esse in H. Quare cum imago superior H repræsentet objectum B, in contrario situ, (ut ostendimus cum de visione *directa*) ostendet illud esse in loco inferiori. Pariter imago K, inferior repræsentat objectum A, esse in loco superiori; ergo objectum AB, apparet erecto situ. Quod erat demonstrandum.

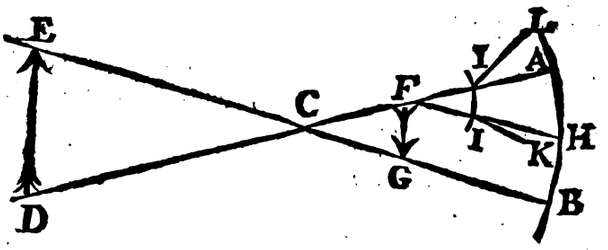
PROPOSITIO LIV.

Problema.

Telescopium ex speculis concavo, & convexo componere, in quo objecta videantur erecto situ.

Sit speculum AB, majoris sphæræ segmentum, cujus centrum C, quod objecti DE imaginem distinctam exhibere deberet in FG, ita ut si oculus esset ante FG, (*per præcedentem*) videret reflexè objectum DE erecto situ. Inter FG & AB ponatur speculum convexum, exiguæ sphæræ segmentum. Et primò quia speculum convexum, non immutat situm objecti, ut vidimus; sed eodem modo exhibet objectum, quoad situm, ac si oculus esset

Digitized by Google



eſſet in loco ſpeculi ut vidimus; oculus autem videret illud erecto ſitu, etiam reflexè in eo ſpeculo convexo, objectum erectum videbitur. Quia autem ſpeculum convexum magis diſpergit radios reflexos quam ſint radii incidentes, præcipuè eos, qui ita incidunt, ut unirentur tantum poſt centrum ipſius ſpeculi, inde fiet ut radij AF, HF, pertinentes ad eandem partem objecti verbi gratiâ ad partem D, & qui uniri debuiſſent in puncto F, addito ſpeculo convexo I I, cujus centrum ſit inter F & I I, non ampliùs convergant, ſed remittantur aut paralleli, aut divergentes quales ſunt radij IL, IK. Sed radios divergentes exceptos pupillâ, benè unire poteſt cryſtallinus, in retina; ergo aliquod convexum ſpeculum adhiberi poterit, ut & diſtinctè videatur objectum, erecto ſitu, & majus. Nam oſtendimus quæ videntur in ſpeculo concavo, ante concurſum radiorum majora videri; igitur invenitur id totum quod requiritur ad teleſcopium.

DE CONCAVIS CYLINdricis, & conicis.

PROPOSITIO LVII.

Theorema.

Oculo exiſtente in ſuperficie, aut intra ſuperficiem ſpeculi cylindrici, aut conici, à quolibet puncto ſpeculi poteſt fieri aliqua reflexio.

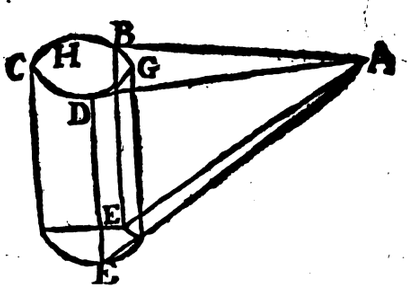
Hæc propoſitio per ſe nota eſt, cùm enim à quolibet puncto ſpeculi concavi, tam cylindrici, quàm conici ad quodlibet punctum ſuperficiei, in quo ſupponitur oculus, & multò magis, ad quodlibet punctum intra ejus ſuperficiem exiſtens, poſſit duci linea; poterit à quocumque puncto ſuperficiei concavæ prædicti ſpeculi, ad oculum aliquis radius reflexus pervenire, modò reliquæ partes ſpeculi, non impediant radium incidentiæ, ut non impediunt.

PROPOSITIO LVIII.

Theorema.

Oculo exiſtente extra ſpeculum concavum cylindricum, poteſt fieri reflexio ad illum à pluſquam dimidia parte ſuperficiei.

Sit oculus A, extra ſuperficiem cylindri, aut coni, & in eodem plano, cum circulo BCD, ducanturque ex A ad circulum BCD, duæ tangentes AB, AD, & per B & D, ducantur duæ lineæ parallelæ axi, ita ut intelligantur duæ ſuperficies ADF, ABE cylindrum, aut conum contingere ſecundùm lineas BE, DF; dico quòd à quolibet puncto ſuperficiei concavæ BCF; poterit fieri reflexio ad viſum A. Hoc eſt ſi reſecetur pars BEFD, ex reliquis omnibus punctis, duci poterit recta linea ad oculum A.



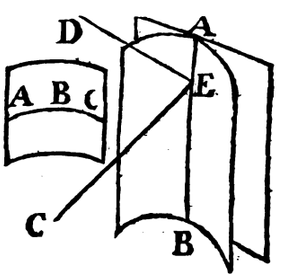
Demonſtratio. Sit enim punctum quodcumque H. Cum ſuperficies ABE, tangat cylindrum aut conum ſecundùm lineam BE, poſt illum contactum erit tota extra ſuperficiem cylindri, ergo punctum H ſuperficiei cylindri eſt intra ſuperficiem ABE; ergo poterit duci linea HA, ſine ullo impedimento. Quod erat oſtendendum.

PROPOSITIO LIX.

Theorema.

Si linea parallela axi, ſit communis ſectio plani reflexionis, & ſuperficiei concavæ cylindri, aut coni ab uno puncto objecti, unicus tantum radius reflexus ad oculum perveniet.

Sit linea AB, axi cylindri parallela, communis ſectio ſuperficiei cylindricæ aut conicæ, & plani reflexionis; dico ab objecto C ad oculum D, unicum tantum radium reflexum ED pervenire poſſe.



Demonſtratio. Cylindrus ſecundùm longitudinem AB, imitatur ſpecula plana, ſed in ſpeculis planis unius objecti ad unum eundemque oculum unicus tantum radius reflexus, pervenire poteſt: ergo idem etiam accidet in ſpeculis conicis, & cylindricis concavis, quoties communis ſectio plani reflexionis, & ſuperficiei conicæ, aut cylindricæ, eſt linea axi parallela.

PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO LX.

Theorema.

Si communis sectio plani reflexionis, & superficiei conicæ, aut cylindricæ concavæ sit circulus, aut alia figura curva; ab eodem objecto, ad oculum plures radij reflexi pervenire possunt.

Sit primò in cylindro communis sectio plani reflexionis & superficiei cylindricæ, circulus ABC, ita ut tam objectum, quàm oculus sint in plano circuli ABC; dico fieri posse, ut ab objecto ad oculum plures radii reflexi perveniant. Nam (*per* 17. *hujus*) ostendimus objectum inter centrum circuli, & focum positum, unire radios ultra centrum, & viciſſim. Hoc est si objectum sit ultra centrum, uniet radios, in aliquo puncto inter punctum & focum, & hoc requiritur ut objectum, & oculus sint in eadem diametro illius circuli, quod si non fuerint in eadem diametro; unius puncti objecti unicus tantum radius perveniet.

Si verò communis sectio plani reflexivi, & cylindri, aut etiam coni, fuerit Ellypsis, ea quæ de Ellypsi dicta sunt revocanda sunt. Nempe si objectum in uno puncto foci fuerit ab omnibus ejusdem Ellypsis partibus ad oculum in alio foco positum, radios reflectendos esse.

PROPOSITIO LXI.

Theorema.

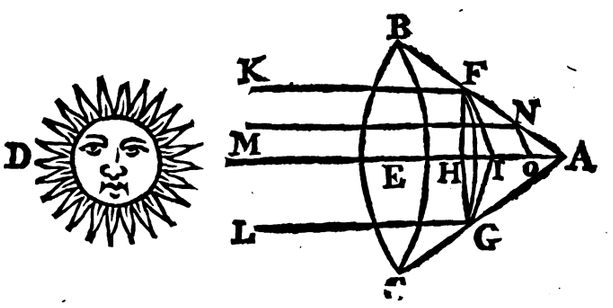
Si speculum cylindricum concavum ita soli opponatur, ut radius solaris sit ad axem rectus, omnes radii colligentur in linea axi parallela, & ab ea distante quarta parte diametri.

Si speculum cylindricum modo prædicto soli opponatur, quia radii solares sunt physicè paralleli, intellectis circulis sibi parallelis, & ad axem rectis, in singulis eorum (*per* 15. *huius*) radii solares in quarta diametri parte unientur; ergo unientur omnes in linea axi parallela. Hoc est focus non erit punctum aliquod, sed linea integra. Quod erat ostendendum.

PROPOSITIO LXII.

Theorema.

Si conus ita soli opponatur, ut radius solaris cum axe coincidat; omnes radii solares in axe unientur.



Sit conus ABC, ita soli D oppositus, ut axis AD directè solem respiciat; dico omnes radios solares uniendos in axe AE. Hoc est incidentes in eundem circulum axi parallelum, uniri in eodem puncto axis. Loquor autem de conis rectis. Sint enim duo radii FK, LG, incidentes in eundem circulum basi parallelum, & consequenter ad cujus planum axis AH rectus sit. Quare in triangulis AHF, AHG, cum latus AH sit commune HG, HE æqualia, & anguli ad H, recti erunt (*per* 4.1.) reliqua æqualia. Ut anguli AFH, AGH, pariter anguli KFH, LGH sunt æquales; cum radii KF, LG supponantur paralleli axi qui rectus est ad planum circuli FG; ergo reliqui anguli KFB, LGC æquales erunt, quibus respondent anguli reflexionis AGI, AFI. Denique in triangulis AGI, AFI cum anguli AGI, AFI, item IAG, IAF sint æquales, & latera AG, AF æqualia, erunt (*per* 26. 1.) reliqua æqualia; ergo latus AI erit utrique commune. Ergo omnes radii incidentes in circumferentiam ejusdem circuli, unientur in eodem puncto I.

Si verò sit alius radius MN, incidens in alium circulum, cum radii KF, MN sint paralleli, radii etiam reflexi FI, NO paralleli erunt. Atque adeo erit aliud punctum in axe in quo incidet radius NO.

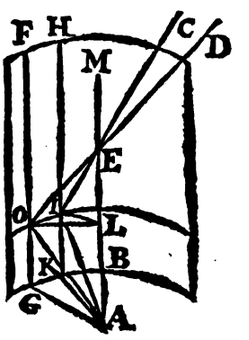
COROLLARIUM.

Ex hoc colliges nec cylindro, nec cono ad solem expositio, ignem generari posse. Cum unius tantum circuli radii in uno puncto uniantur.

PROPOSITIO LXIII.

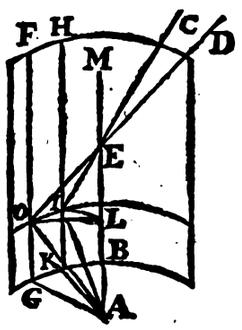
Theorema.

Si obiectum sit in axe cylindri, videbitur ab oculo in altiori loco posito, in alio puncto eiusdem axis.



Sit obiectum A in axe AB, sitque oculus in C, aut ut meliùs possit ferri judicium de loco objecti,

cti, ſint oculi C & D, æque alti, immo & æqualiter ab axe remoti. Dico objectum A, appariturum in axe cylindri in alio puncto, ut in puncto E.



Intelligantur enim plana per oculos C & D, & axem ducta, quorum communis ſectio cum cylindro ſunt lineæ longitudinis FO, HI, in iis autem lineis fiet reflexio. Sit punctum reflexionis O, ſitque radius reflexus OED, qui neceſſariò attinget axem in puncto E. Sit in eodem circulo OI punctum I, in quo illum ſecat linea longitudinis HI, ſitque radius incidens AI; dico radium reflexum eſſe IEC, ita ut uniantur radii reflexi OED, IEC in puncto E. Nam in plano circuli in quo eſt objectum A, ſint puncta G & K. In triangulis AGO, AKI, cùm lineæ AG, AK ſint æquales, item GO, KI, & anguli ad G & K recti (*per* 4. 1.) erunt anguli incidentiæ AOG, AIK æquales. Pariter ductis in plano circuli OI, lineis OL, IK ad centrum ejus, oſtendam angulos EOL, EIL æquales eſſe, & conſequenter reliquos EOF, EIH æquales eſſe. Sed EOF, ſupponitur æqualis angulo incidentiæ AOG; igitur EIH erit æqualis angulo incidentiæ AIK. Quare oculi C & D, radios objecti A excipient, quaſi eſſet in puncto E, igitur objectum illud videbitur in puncto E.

Si verò ſit aliud punctum B, ejuſdem objecti, quia cylindrus ſecundùm longitudinem ſuam planus eſt, ſpecula autem plana non invertunt ſitum objectorum; illud punctum objectivum B, videretur in alio puncto ejuſdem axis ſupra punctum E.

COROLLARIUM I.

Ex eo deducere potes modum, quo ita diſponenda ſit candelæ flammâ, ut videaris illam digito tangere. Si enim flamma ſit in AB, videbitur in EM. Quare ſi tegatur AB, ne potentiori lumine ad ſe oculum trahat; & digitus ſit in EM, videbitur tangere flammam, cum tamen ab ea longiſſimè abſit.

COROLLARIUM II.

Hoc etiam veriſſimum eſt in cono, & tam facilè demonſtraretur, conus enim ſecundùm longitudinem etiam planus eſt.

COROLLARIUM III.

Non tantùm ea objecta, quæ ſunt in axe, hoc modo videbuntur; ſed ea etiam quæ ſunt inter axem, & quartam partem diametri, ut oſtendimus cum de ſpeculis concavis egimus.

PROPOSITIO LXIV.

Theorema.

De reflexionibus in corporibus ſcabris.

Fieri reflexionem aliquam in corporibus ſcabris, & minimè politis, præcipuè verò albis, experientiâ ſatis oſtendit. Si enim paries albus radiis ſolaribus illuſtretur, ita potenter ſolares radios ad oculum remittit, ut vix ab oculo ferri poſſint. Tota quæſtio poteſt eſſe an reflexionis leges in his omnibus obſerventur. Reſpondeo autem, optimè etiam in iis, hujuſmodi leges locum habere, nempe ut ad angulos incidentiæ & reflexionis æquales, lumen ab iis remittatur. Neque mirum videri debet, ſi in omnem partem reflectatur, cum enim nulla ſit pars ſenſibilis, quæ innumeris non conſtet planis, licet oculus ea diſtinguere, eorúmque variam inclinationem animadvertere non poſſit, in ſingulis obſervatur æqualitas angulorum; licèt in totali ſuperficie ſenſibili, ex iis omnibus coaleſcente, deficere videatur. Immò ut jam dixi ſupra, ex variâ corporum texturâ, varios colores oriri non improbabiliter nonnulli exiſtimant, certum eſt enim, unum colorem, magis oculos afficere, quam alium; ita volunt albedinem ex variis ſphærulis contextam eſſe, quæ ideo aptiſſima ſit, ad radios ſolares, in orbem remittendos; nigredo vero lacunis ferè continuis conſtet, unde radios ebibit, non remittit, ex quo fit ut alba, difficilius incendantur ſpeculo uſtorio, nigra verò facillimè.

PROPOSITIO LXV.

Theorema.

Lunare corpus politum non eſt; ſed ſcabrum.

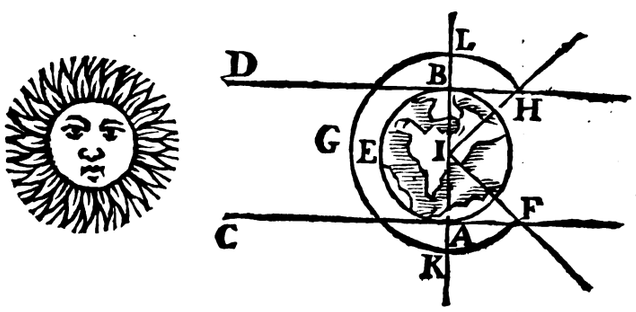
Invaluerat olim illa opinio, lunam ad modum ſpeculi terſam eſſe; ideoque aptiſſimam ad radios ſolares, in terras remittendos. Optimè tamen oſtendit Galilæus ratione facili, eam inæqualitatibus conſtare, & ſcabritiem habere. Quæ ut intelligatur ſupponendum eſt, Lunam non tantum rotundam eſſe, ſed ſphæricam, quod ex ejus phaſibus continuoque incremento, & decremento facilè demonſtrari poteſt; quo ſuppoſito ita argumentor. Si luna lævis eſſet & polita, eſſet ſpeculum convexum, & conſequenter proprietates convexorum haberet. Una autem ex proprietatibus convexorum, eſt ut non à qualibet ſui parte, ejuſdem objecti radios, ad eundem oculum reflectant; ſed ab una, & determinata parte. Addo quod imago objecti in eis multò minor videatur; igitur ſi luna eſſet ſpeculum convexum, ſolis imago in ea videretur, ſed valde parva, cæteræ autem partes, quæ licèt illuminatæ eſſent à ſole, ad oculum tamen radios non remitterent, nigri coloris viderentur. Quæ omnia cum experientiis repugnent, eiſdem aſſertio contraria eſt. Aſperitates igitur habet Luna, immo montes terreſtribus longè majores; ut in aſtronomia ſatis facilè demonſtratur.

Digitized by Google

PROPOSITIO LXVI.

Theorema.

An in reflexionibus corporum non levium proportio decrescentis luminis sit in duplicata ratione distantiarum luminosi, an verò corporis reflectentis.



Hæc propositio est valdè utilis, ad explicandum præcipuè caloris circa terram circumfusi decrementum, ita sensibile ut licet in terra sit nonnunquam calor intensissimus, sit tamen ad duo aut tria milliaria à terra, frigus summum; ex quo fit ut judicium feratur de temperamento alicujus regionis necesse esse, ut non tantum latitudinis, & elevationis poli habeatur ratio; sed præcipuè distantiæ à terra. Ita videmus Pyreneos montes, minorem latitudinem habentes quam sit latitudo Galliæ; minorem tamen calorem experiri, ita in Africa montes aliqui frigidissimi sunt, ita in nonnullis regionibus in Zona torrida positis, non invenitur calor maturandis racemis idoneus. Quod si haberetur tantum ratio distantiæ solis à nobis, aut à cacumine montium; cum in tanta solis elongatione, hæc differentia nullius sit momenti, neque sensibilis differentia, inter temperamentum vallium, & montium deberet intercedere. Quare assero si radium directum spectemus non multò majorem in montibus, quam in vallibus calorem vigere. Si verò radium reflexum consideremus, præcipuè eum qui à corporibus scabris remittitur, lumen & consequenter calorem decrescere in duplicata ratione distantiarum à corpore reflectente.

Sit enim terra AB, solis radii extremi CA, DB tangentes terram, qui propter immensam solis à terra elongationem sunt physicè paralleli. Si spectemus radium præcisè directum; tantum erit lumen in parte suprema terræ, quantum foret post terram, si nempe auferretur; cùm enim radii sint physicè paralleli, spatium inter eos interceptum non ampliatur sensibiliter, atque adeo ut jam alias ostendimus lumen quo ad intensionem decrescere non debet. Si verò spectemus radium reflexum, quia terra eum remittit in orbem ita ut crescat spatium, nam reflexè illuminatur à terra, totum spatium, ad quod à partibus terræ lumine perfusis duci potest linea recta. Nempe illuminatur totum spatium FGH, & quò magis à terra receditur eò majus fit illud spatium, & in ratione majori quam duplicata distantiarum à centro terræ; si enim à centro terræ I, intelligeretur planum duci per circulum illuminationis AB, illud planum spatium KGL, ita divideret ut fieret semper majus in ratione duplicata distantiarum à centro terræ I. Sed spatium illuminatum reflexè à terra adhuc magis crescit nempe illuminatur spatium KF, HL, igitur non recurrendum est ad distantiam solis, sed ad distantiam à terra. Quæ ratio est cur lumen solare directum, per fenestram apertam satis magnam transmissum, non decrescat sensibiliter, sitque tam intensum in pavimento, quantum prope ipsam fenestram. Si verò adhibeantur cancelli papyracei quibus dispergatur lumen, quia quò magis à fenestra receditur eò majus spatium illuminandum est, ideo jam mensura decrementi luminis desumenda non erit, penes solis à loco illuminato distantiam; sed à distantia fenestræ duplicata.

Fateor tamen non mihi omnino scrupulum eximi, eò quòd, adhuc nimis citò videatur evanescere calor ille reflexus à terra, & non observare hanc decrementi sui proportionem, duplicatam nempe à centro terræ, aut etiam majorem. Nam distantia trium milliariorum, supra diametrum terræ, quæ est trium millium trecentorum, non haberet sensibilem rationem, unde puto recurrendum esse, ad calorem in ipsa terra, utpote corpore denso melius, & potentius agentem.

Aurora & crepusculum ad hanc speciem reflexionis inordinatæ revocantur, sed de hac materia egimus in fine sequentis tractatûs.

TRACTA

Digitized by Google

TRACTATUS XXIII.

DIOPTRICA

Seu de radio refracto.

IN hac maximè materia, antiquos omnes tàm philosophos quàm mathematicos, superavimus, qui licet refractiones agnoverint, immò illius leges Alhazen, & Vitello satis exquisitè tradiderint, nihil tamen quod cum perspiciliis nostris, multò minùs cum telescopiis possit comparari præstiterunt. Atque adeò puto, eos qui antiquitati omnia deferunt, nihilque sanum; aut optimum putant quod in priscis autoribus non agnoverint, novis recentiorum inventis, Dioptricisque maxime facilè convinci posse: ut jam nos veteribus oculatiores fateantur. Sed hæc in hujus operis decursu satis superque probabimus. Hunc tractatum in tres libros partior.

Primus erit de generalibus refractionis principiis, specilliſque separatis convexis, aut cavis.

Secundus varias combinationes specillorum explicabit.

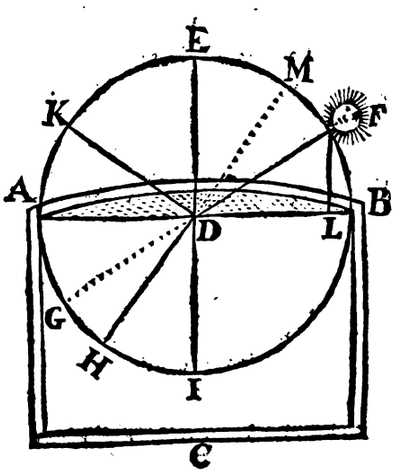
Tertius de refractionibus coloratis aget.

LIBER PRIMVS.

De Refractione & specillis separatis.

DEFINITIONES.

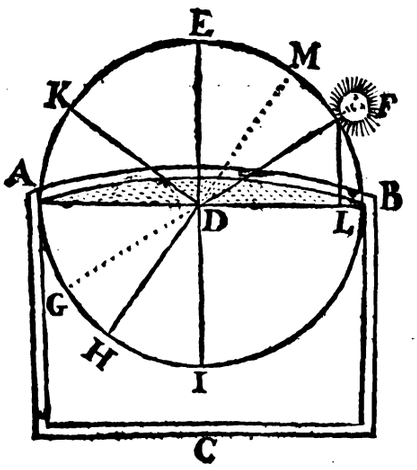
PRIMA. Refractio est deviatio luminis, à linea recta per quam propagari ulterius debuit; propter diversam mediorum densitatem. Hæc definitio communis est omni circa naturam luminis opinioni. Certum est enim dari radios luminis, ejusque propagationem fieri per lineas rectas, quod etiam intelligendum est, licèt lumen admittatur nullo motu locali deferri à loco in locum; sed à lucido immediatè produci in eo subjecto in quo recipitur. Certum est enim hanc luminis productionem dependere, sive tanquam à conditione, sive tanquam ab coëfficiente, ab anteriori lumine, & ipsi luminoso propiori, non quomodocumque; sed secundum lineam rectam: ita ut si sumatur totum lumen, à quo illud quod in manu mea à sole producitur, dependet, illud inquam totum lumen, lineam rectam ad solem usque protensam efficiat. Et in eo sensu intelligendus est radius luminis, nempe totum illud lumen cujus partes connexionem aliquam dependentiæ inter se obtinent. Hanc autem rectitudinem radius quilibet obtinet, quamdiu in eodem, aut simili propagatur medio, si verò in obicem incurrat resilit, aut si velis illud lumen quod ultra obicem produci debuerat, ante ipsum producitur; ut explicuimus in Catoptrica. Pariter quotiescumque radius media diversæ densitatis subit, non inceptum iter prosequitur; sed ab eo tantisper recedit, secundùm lineam aliquam, cum incidente radio, angulum obtusum comprehendentem, & hæc radii ulteriùs protensi deviatio ex medii diversitate ortum ducens, vocatur à nobis refractio. Cujus differentia à reflexione inferiùs satis patebit.



Sit ergo ABC, vas aquâ plenum, cujus sectionem exhibeo, ut melius angulos, & lineas de quibus est quæstio, oculis subjiciam. Sit illius centrum D, circa quod intelligatur circulus verticalis

Digitized by Google

ticalis AEBC, nempe ad ſuperficiem aquæ, quæ horizontalis ſupponitur, rectus. Propagetur à ſo-



le, aut lucido quocumque F radius FD, per lineam rectam donec incurrat obliquè in ſuperficiem aquæ. Quia aqua eſt etiam luminis capax, ulteriùs propagabitur lumen, non quidem in directum, ſecundùm lineam DG; ſed ſecundùm lineam DH. Ita ut fiat in puncto D angulus FDH, hic angulus vocatur refractio.

Quod ut meliùs intelligatur; ſupponatur tota ſuperficies vaſis AB, tecta corpore opaco. Excepto puncto D, in quo ſit foramen aliquod, dico nullum erit lumen in linea DG; ſed quod productum fuiſſet ſecundùm lineam DG, ſi nulla fuiſſet aqua, eâ infusâ producetur ſecundùm lineam DH.

Talem autem dari refractionem evincunt experientiæ. Primò hæc ſi bene fiat, deinde quæcumque in lentibus convexis, concavis, polygonis accidunt, hoc principio nituntur.

Diſcrimen ejus à reflexione, ſatis per ſe patet; nam in reflexione radius, tàm incidens, quam reflexus in eodem ſunt medio, angulosque faciunt incidentiæ æquales, ut ſi lumen per radium incidentem FD productum, continuaretur per lineam DK. At verò in refractione radii angulum comprehendentes in medio diverſæ denſitatis communiter inveniuntur, aut ſi accidat aliquando utrumque in eodem medio inveniri, non erunt anguli æquales.

2. Radius incidens, eſt linea recta ſecundùm quam in primo medio lumen propagatur ad ſecundum uſque, ut radius FD eſt radius incidentiæ, ſecundùm quem lumen intelligitur propagari in aëre, uſque ad ſuperficiem aquæ.

Radius refractus, eſt linea ſecundùm quam lumen producitur in ſecundo diaphano. Qualis eſt linea DH.

3. Punctum refractionis illud eſt in quo radius incidens, & refractus angulum comprehendunt. Tale eſt punctum D, idem eſt etiam punctum incidentiæ. Eodem prorſus modo, quo diximus punctum incidentiæ, & reflexionis idem eſſe.

4. Axis incidentiæ eſt linea in primo medio, ducta ad communem utriuſque diaphani ſuperficiem recta, ut linea ED, quæ eſt in aëre primo diaphano, & eſt recta ad communem ſuperficiem aquæ, & aëris in puncto incidentiæ.

Axis refractionis eſt linea in ſecundo diaphano ducta, quæ recta eſt ad communem utriuſque diaphani ſuperficiem. Talis eſt linea DI, quæ eſt ad rectos angulos ad ſuperficiem communem aëris, & aquæ.

5. Superficies refractionis, eſt planum per radios incidentem, & refractum ductum. Talis ſuperficies oſtendetur inferius ad communem utriuſque diaphani ſuperficiem recta, eſtque ſuperficies circuli FAH, in qua nempe inveniuntur radii FD, DH, incidens, & refractus.

Angulus incidentiæ, eſt angulus quem comprehendit radius incidens, cum ſuperficie communi utriuſque diaphani, angulus nempe minimus, qualis eſt angulus FDB, aut ducta perpendiculari FL, ad ſuperficiem aquæ, ductaque ad punctum refractionis D recta LD, angulus FDL, eſt angulus incidentiæ.

Angulus refractus, eſt ille qui comprehenditur radio refracto, & axe refractionis, ut angulus HDI.

6. Angulus refractionis ille eſt, qui comprehenditur radio refracto, & radio incidentiæ producto, intra ſecundùm diaphanum; ut angulus GDH.

Angulus inclinationis diligenter notandus, eſt angulus quem comprehendit radius incidentiæ, cum axe incidentiæ, ut angulus FDE.

7. Refractio ad perpendicularem; eſt ea refractio vi cujus in ſecundo diaphano, radius refractus magis accedit ad axem refractionis, quam radius incidentiæ productus, ut in figura propoſita, refractio GHD, eſt ad perpendicularem, quia radius refractus DH, magis accedit ad lineam DI, axem refractionis, ſeu perpendicularem ductam in ſecundo diaphano, quam linea DG, quæ eſt radius incidentiæ productus, accederet ad axem ED.

Refractio à perpendiculari ea eſt, quâ radius refractus magis recedit ab axe refractionis, quàm radius incidentiæ productus. Supponatur lucidum aut viſibile eſſe intra aquam in puncto H, ita ut radius incidentiæ ſit HD, qui productus in aëre eſſet DM, ſi aër ſumatur pro ſecundo medio, DE, erit axis refractionis. Sit radius refractus DF, magis recedens à perpendiculari DE. quam radius incidentiæ productus DM. Hæc refractio eſt à perpendiculari. Fit autem refractio ad perpendicularem, quotieſcumque radius luminis à medio rariori in denſius, obliquè incidit; ut in appoſito exemplo in quo lumen propagatur in aëre per lineam FD, incidentem obliquè in ſuperficiem diaphani, denſioris, ut aquæ. Refractio autem à perpendiculari, fit quoties radius in medio denſiori propagatus, incidit obliquè in ſuperficiem diaphani rarioris. Aliquando autem accidit, ut ſit mixta refractio. Hoc eſt ut per plura quam per duo diaphana fiat luminis obliquè incidentis propagatio, ut dum lumen ab aëre incidit in cryſtallum, & à cryſtallo rurſum in aërem, eſt mixta ſeu duplex refractio, diverſæ rationis. Prima enim fiet ad perpendicularem, ſecunda à perpendiculari.

DIGRESSIO

Phyſica.

De Cauſis phyſicis refractionis.

Ut ingenuè fatear quod res eſt, (neque enim veritatem ſolam inquirenti diſſimulare licet) hæret mihi aqua. Neque quidquam ſolidi in hac materia mihi

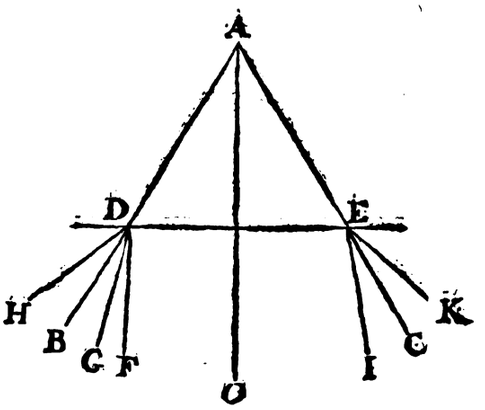
Digitized by Google

mihi occurrit. Ne tamen aliquid intentatum relinquamus, quidquid ab aliis prolatum eſt, quidquid mihi in mentem venerit, in medium afferam, ut ex his quod ſæpiſſimè accidit, aliis excogitandi occaſio præbeatur.

Quærimus ergo rationem phyſicam refractionis, quæ haud dubiè ſecundum varias opiniones, varia etiam eſſe debet. Et primò quidem expendemus quid in opinione communi Peripateticorum, lumen eſſe verum accidens phyſicum aſſerentium, communiter dicatur, aut etiam dici poſſit, deinde quid in ſententia contraria lumen eſſe corpus aſſerente pro refractione explicanda communiter afferatur, quid in eâ, quæ jam diffuſæ materiæ & propagatæ, motum vehementiſſimum lumen eſſe agnoſcit, dicendum ſit, ut ex eorum collatione, meliùs de toto negotio, immò & de ſententiarum majori probabilitate judicium feramus.

Neſcio quo fato, jam ab aliquibus ſæculis Peripateticorum ſchola ita metaphyſicis commentationibus animum intendit, ut res phyſicas omnino negligere videatur. Tot quotidie libri prodeunt, qui entis rationis ultimos apices proſequuntur, tot qui rerum poſſibilium calculum inire ſtudent; effectuum verò quotidie in oculos incurrentium, naturam & cauſas prætereunt. Quod in hac luminis proprietate accidiſſe meritò mihi conqueri liceat, ut inter tot philoſophorum volumina, vix unus aut alter aliquid de refractionis cauſa loquatur. Primus qui mihi occurrit eſt P. Cabæus in meteorologicis l. 3. textu 8. Supponit autem omne corpus lucidum, ſeu coloratum habere hanc vim à natura, ut quaquaverſum producat in medio proportionato lucem, quæ lux eſt talis naturæ, ut luminoſum ſit quaſi centrum, & ducantur quaquaverſum radii. Licèt autem hæc diffuſio luminis fiat in inſtăti per actionem effectivam, non per efflavium, aut motum localem; certum tamen eſt facilius fieri, quò medium magis proportionatum fuerit, cùm ſit hæc univerſalis ratio omnium agentium, ut quò medium actionis eſt magis proportionatum, eò faciliùs agant, licèt non celeriùs. Ergo etiam luminoſum eò facilius & fœliciùs lumen diffundet, quò medium eſt magis proportionatum, & magis habet puram rationem medii. Supponit item diaphanum magis rarum eſſe, & magis propottionatum lumini, quam denſius. Quod quidem nullo modo probat; nam ut benè ſibi objicit, opacum diaphano opponitur, non autem denſum. Id tamen probare facilè poſſemus ex illa luminis propagatione quam ſuo loco explicuimus, nempè quod agens lucidum determinatum ſit ad certum & determinatum numerum graduum, ita ut ideo decreſcat lumen in intenſione, quòd idem graduum numerus creſcente ſpatio, pluribus partibus diſtribui debeat. Sed dum occurrit diaphanum denſius, quod conſequenter ſub æqualibus dimenſionibus plures partes continet, idem graduum numerus pluribus partibus diſtribui debet; igitur imminui debet intenſio luminis; ex quo concluditur, etiam denſitatem eſſe contrariam lumini: igitur conſtat ejus ſuppoſitio.

Sit igitur luminoſum A, quod effundat radios circumquaque in orbem. Sumamus autem partem aliquam ſphæræ activitatis, quæ ſit ABC, cujus radii AB, AC, incurrant in medium denſius DE; quia (inquit) mutatur diſpoſitio ſubjecti, debet etiam mutari vis, & modus actionis, & quia in ſphæra activitatis ita agit agens principale, ut agat cum dependentia à partibus ſphæræ, quaſi una pars ſphæræ ageret in aliam ſequentem; ubi



invenitur medium magis reſtitivum, & minus aptum, ſe vis activa roborat, naturâ inſpirante ut commodior ſequatur actio. Quia autem luminoſum ex ſua ratione agendi, agit per lineam rectam, ſeu in directum, ut roboretur vis activa, debet mutari directio, & magis uniri. Si ergo perduraſſet eadem medii diſpoſitio, actio continuata fuiſſet per lineas DE, EC, ex reſiſtentia verò ſubjecti ut partes DAE, roborent ſuam vim, in partes ſequentes minùs aptas, utpote denſiores, contrahunt actionem, & dirigunt radios magis in arctum. Nempè in GD, EI, & ita radius AD, qui rectè propagatus eſſet ad B, reflingitur ad perpendicularem DF. Similiter ſi medium ſit magis rarum jam facilior eſt actio luminoſi, cum ergo partes DAE perveniant ad rariores, quia jam faciliorem inveniunt actionem, extendunt quaſi ſphæram, & quia modus agendi luminoſi procedit radioſè in directum, iſta extenſio ſphæræ, eſt per expanſionem radioſitatis: &, quia ſi duraſſet eadem diſpoſitio, tota activitas fuiſſet comprehenſa ſpatio BAC, cum in DE, ſit major diſpoſitio, dilatatur ſphæra, & fit HDEK. Ex hoc concludit rationem cur radius perpendicularis non refringatur; cùm enim radius AO perpendicularis obtineat locum medium in hac dilatatione, aut conſtrictione, ſuum locum obtinere debet, nec apparet ulla ratio, cur potiùs in unam partem, quam in aliam concedat.

Major etiam ſit refractio quò radius magis obliquè cadit; quia tunc intelligitur cum perpendiculari majorem portionem Sphæræ continere, quæ alterationem patiatur, & conſequenter quæ majorem alterationem pati debeat, atque hæc ſunt quæ ille de refractione differit. Non mihi tamen ſatisfaciunt, non video enim eò quòd objiciatur luminoſo A, vel etiam ſi velis, agenti totali ADE, (nam ſupponit lumen per medium diffuſum, ad ulterioris luminis propagationem, & productionem concurrere,) non video inquam quomodo ſe vis activa ADE roboret, neque quid ſit naturæ inſpiratio, fatiùs enim foret ſi paſſo denſiori, & pluribus partibus conſtanti lumen producendum, ita diſtribueretur, ut quælibet ejus pars pauciores gradus acciperet. Deinde non ſatis perſpicio à quo determinetur vis activa, ut ſeligat illam directionem, quæ ſit aptior, ut major ſequatur actio & facilior. Tertiò non invenio, quid ſit agens neceſſarium faciliùs aut difficilius agere propriè loquendo; cum enim totum effectum producat quem poterit elicere, totúmque cona-

Digitized by Google

tum ut ita dicam quem poteſt adhibeat, vix explicari poteſt quid ſit hæc difficultas, benè quidem id intelligo in agentibus liberis, quæ cum modò majorem vim adhibere poſſint, modò minorem; tunc cum majori difficultate dicuntur operari, quoties ad eundem effectum producendum majorem vim adhibent; at agentia neceſſaria non ita, ſed tantum majorem experiri dicuntur difficultatem quoties minorem producunt effectum. Quare in hoc ſenſu lucidum in ſpatio denſiori minorem producere debet effectum, atque hoc eſt eum producere cum majori difficultate, quare ideo fit refractio, ne tam parvus ſequatur effectus in medio denſiori, ſed quare hoc, non explicatur ſatis; nec poteſt ex eo principio deduci ulla determinatio refractionis. Deinde ratio refractionis non ſatis petitur hoc modo ex obliquitate ſecundi diaphani, ratio enim allata vim ſuam obtinet quemcúmque ſitum obtineat hoc ſecundum diaphanum: neque ſatis benè concluditur, niſi daretur refractio multum imminueretur intenſio qualitatis producendæ. Ergo debet dari refractio, hoc quidem oſtendit bonum eſſe dari refractionem, quod tamen ſatis phyſicum non eſt, nec oſtendit modum quo fieri debeat. Denique in refractione à perpendiculari non valet illa ratio, nec contraria facilè applicari poteſt. Si enim effectus in medio rariori eſſet intenſior, quid inde ſequeretur. Adde quod ſæpè accidat ex refractione ut maximè augeatur lumen, ita lentes convexæ radios uniunt, vel multum decreſcat ut in concavis, & multò magis quam ſi nulla refractio fieret; deberet autem ibi ceſſare refractio. Multa alia objici poſſent, facilius enim eſt præcipuè in phyſicis aliorum rationes infringere, quàm ſolidas invenire.

P. Zuchi in ſua Philoſophia optica ita circa refractionem philoſophatur. In parte prima cap. 9. oſtendit multis experimentis dari refractionem. Exinde ſect. 2. capitis decimi hanc refractionis cauſam affert Duplex munus luminis agnoſcit, & primò quidem conſiderat lumen, ut eſt principium caloris, ſub qua conſideratione ordinatur ad diſponenda infima elementa, terram, & aquam, ad productionem mixtorum, & ad vitam viventium, mirum autem quantum emolumenti conferat refractio ad hunc finem conſequendum. Cum enim è terra & aqua expirent continuò halitus, qui aëri permixti, ſaltem ad aliquam à terra diſtantiam athmoſphæram efformant, in qua radii è puriori æthere incidentes, dum franguntur plures ad globum terraqueum perveniunt, qui ſine refractione ulteriùs progrederentur, ita in crepuſculis experimur diem extendi ad aliquas horas, & in Sphæra parallela, ad aliquos menſes. Secundò modò conſiderari poteſt lumen tanquam neceſſarium ad viſionem, patet autem ex refractione multum juvari viſionem; cum humoribus oculi, multi luminis radii in eandem retinæ partem confluant, qui ſi irrefracti in directum proceſſiſſent ad eam non appellerent. Tum cap. 11. ſect. 2. vult oſtendere leges refractionis non eſſe petendas ex reſiſtentia ſecundi diaphani, ratio quam affert eſt, quia aliquando radii dilatantur, licèt incidant in medium denſius, ut accidit in lente concava, aliquando uniuntur ut in lente convexa. Quod non puto facere aliquid ad rem, id enim oritur ex diverſa mutatione planorum, ſuperficies enim ſphæricæ ex infinitis ſuperficiebus planis coaleſcunt; quidquid tamen ſit de illo, contendit probare refractionem non oriri à lumine præcisè ſumpto, nec à majori, aut minori exceſſu virtutis agentis ſupra reſiſtentiam paſſi, aut ex majori, & minori ejuſdem paſſi reſiſtentia, quia (inquit) ab eadem virtute, in medio ejuſdem rationis poteſt, tam diverſo modo ſuccedere luminis, & repræſentativorum (intellige ſpecierum viſibilium, quas ipſe admittit) propagatio, nempè ut incurrendo in lentem concavam vitream diſpergatur lumen, & incurrendo in convexam uniatur. Ex quo concludit non ſupereſſe niſi finem ad quem tales radiationes ordinantur; cujus determinatæ exigentiæ conveniens fuerit tales leges ſanciri ab authore naturæ, ut quoties luminis propagatio à medio rariori ad denſius procederet, toties fieret refractio ad perpendicularem.

An hæc ratio ſufficiat, & in rebus phyſicis, & ſenſibilibus finis ſufficienter indicet effectum, ſit aliorum judicium. Puto tamen quod ſi aliqua ex parte ipſius agentis, aut etiam medii nullâ habitâ ratione finis ulterioris, poſſet inveniri refractionis cauſa, conſultiùs ſine dubio foret. Quæro enim an potuiſſet Deus contrarias leges ſancire, & velle ut dum ex medio rariori ad denſius radius incurreret, fieret refractio à perpendiculari, contra quam accidat, & ſic oculum alia ratione componere. Melius philoſopharetur, qui lumen ex ſe, & à natura ſua determinatum eſſe ad refractiones quales habemus patiendas, ideóque Deum animalium oculos efformaſſe, ut quæ ad viſionem juvandam idonea eſſet ſequeretur, quam ſuppoſitis animalium oculis legem ſancire, ut ſemper refractio tali modo fieret.

Aliæ rationes quæ pro refractione explicanda afferuntur, ſupponunt etiam paulò diverſas circa naturam luminis opiniones: & primò quidem ſi conſideremus lumen, tanquam continuum à corpore lucido tenuiſſimæ ſubſtantiæ profluvium, aliquam forſitan, non omnino ineptam refractionis cauſam invenire poterimus. Quæ etiamſi non inconcuſſam habeat firmitatem, eò quòd pendeat à ſuppoſitione, cui adhærere nefas putat philoſophica ſchola, habet tamen ingenii plurimum, præcipuúmque continet illius opinionis fundamentum, quod nempè ſi lumen, ut tenuiſſima flamma conſideretur, poterit aliqua refractionis cauſa aſſignari; quæ aut nulla, aut ſaltem non phyſica, *in* contraria ſententia aſſignatur. R. P. Maignan in ſua Dioptrica horaria, multa ſuper ea re diſſeruit. Primò enim conatur adſtruere lumen *eſſe* corpus, nec poſſe ullo modo ſubſiſtere eam propagationem luminis, quam communiter admittunt Peripatetici; eámque præcipuè hoc nomine reſpuit, quòd actio in paſſum diſtans admitti nullo modo poſſit, ideóque ſol immediatè non poſſit lumen hic in terris educere ex potentia aëris. Non etiam lumen ab alio ſibi vicino tantum pendet, quod ſufficienter probavimus, meo tamen judicio hæc infirmatio communis opinionis, non eſt uſquequaque valida. Quærerem enim an detur aliqua actio non immanens in rerum natura, ita ut ſit diſtinctio inter agens & paſſum, nullam admittere niſi immanentem eſt aliquid valde durum. Igitur admitti debet aliquod agens quod in paſſum ſibi contiguum agat, neque enim duo corpora agens, nempè & paſſum compenetrari poſſunt. Ulteriùs inquiro an agens illud quod in paſſum ſibi contiguum agit, agat tantum ſecundum ultimam ſui ſuperficiem, quæ cum nulla detur hujuſmodi, dicetur totum agens per modum unius agere. Ulteriùs quæro: In tali actione, partes remotiores

agentis

Digitized by Google

agentis quomodo ſe habeant, & an agant in diſtans, neque enim tangunt ipſum paſſum, nec etiam agunt per medium, cum propter ſimilitudinem totius agentis, ſit incapax talis actionis; ergo hoc habeo quod agentis partialis debeat admitti actio in diſtans, modo conjungatur cum aliquo intermedio agente. Unde ſi tum lumen medii ſupponatur etiam concurrere ad productionem ulterioris, poterit etiam ſol illius eſſe agens partiale. Sed de hoc jam aliàs. Quod tantum repetii ut oſtenderem hoc argumentum multum faceſſere negotii.

Secundum quo utitur eſt paulò validius, ita autem habet. Si lumen ab agente lucido educeretur ex potentia medii diaphani, nulla daretur ratio, quare propagaretur per radios refractos. Nam tam forma quæ produci debet æqualiter afficitur, erga ſingulas medii æqualiter diſpoſiti partes, nec unam magis refugit, quàm aliam; agens item æqualiter fertur erga ſingulas ejuſdem medii partes. Sed criſtallus eſt æqualiter diſpoſita, ſeu perfectè homogenea, ergo quomodocúmque ſoli objiciatur, nulla erit ratio, cur lux unam ejus potiùs partem invadat, quam aliam, addicatúrque huic potiùs informandæ, quàm aliis, ut accidit in globo cryſtallino. Qui ſi ſoli exponatur quia radii ſolares incipiunt ad invicem convergere propter refractionem, plurimæ poſterioris hæmiſphærii partes carebunt lumine, ſupponitur autem æqualis diſpoſitio in tota cryſtallo.

Quod ſi dicas eandem non eſſe in tota cryſtallo diſpoſitionem, eò quòd illius ſuperficies obliquè ſoli opponatur. Sed contra quia illa ſuperficies eaſdem habet diſpoſitiones quas habet tota cryſtallus, quòd verò ſuperficies tali, vel tali angulo excipiat actionem agentis lucidi, non minuit vel auget, mutat, aut alterat diſpoſitiones ſubjecti, quæ non pendent ab angulo incidentiæ; nam virtus fortior, & propinquior ſubjecto, meliùs agere debet, ſed fieri poteſt ſub quocúmque angulo incidentiæ, ut applicetur fortius agens cryſtallo, quam ſub alio, ergo tam debet ſequi actio.

Quod ſi dicas cum Cabæo lucidum ſolum non agere, ſed etiam partes luminis propagati in primo diaphano concurrere ad productionem ulterioris luminis; quare cum ſphæra activitatis componatur ex medio difformi, raro nimirum & denſo, occurrente denſo ob ejuſdem reſiſtentiam, vis activa, tam lucidi quam luminis jam in primo diaphano propagati ſe roboret, ut commodior ſequatur actio. Et quia luminoſum agit per lineam rectam, & roboretur vis activa, debet immutari directio, & magis uniri, & quò magis obliquè radius incidit, eò major eſt refractio, quia ſic per illum radium intelligitur præciſa major portio ſphæræ. Sed contra quia licèt admitteretur unam luminis partem ad propagationem ulterioris concurrere, nulla tamen apparet ratio, cur incurrente diaphano denſiore, debeant partes non amplius agere, per lineam rectam. Deinde forma in ſubjecto homogeneo non generatur per lineas quaſi per ſulcos; denique agentibus ſine cognitione natura non inſpirat opus quod fieri nequit ſine cognitione, quale eſt ad reſiſtentiam diaphani majorem, vires magis unire, & colligere.

4. Vis illa quæ dicitur magis uniri, vel eſt interna lucido, vel externa, ſed neque interna poteſt dici collectior reſpectu cryſtalli, quam reſpectu aëris, eadem enim perſeverat, idem dico de externa, igitur tantum dici poteſt, quod collectior producatur effectus, quod adhuc verum non eſt. Nam in convexa ſuperficie effectus eſt magis diſſipatus. Si enim ne ſequeretur effectus ita imminutus producatur in minori ſpatio, propter refractionem in medio denſiori, nunquam radii divergerent ab invicem. Neque videntur ſatisfacere eò quod id aſſerant per accidens eſſe ex mutatione plani, pariter enim caſus in quo collectior erit radius poterit dici per accidens eſſe; quam ille in quo ſeparabuntur ab invicem.

5. Cryſtallus eadem non majorem habet denſitatem reſpectu aëris, ex quo cum inclinatione majori, in eam incidit radius, quàm reſpectu alterius aëris, ex quo radius cum minori inclinatione incidit; ergo majorem non habet reſiſtentiam; ergo neque major refractio in uno caſu, quam in alio ſequi debet. Neque etiam major requiritur vis ad lucem in cryſtallo generandam per lineam refractam, quam per lineam incidentiæ productam, & continuatam.

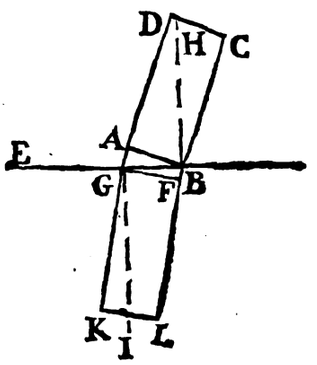
Ultimò non poteſt intelligi quid velint authores iſtius ſententiæ, dum dicunt quò radius eſt magis obliquus, intelligi majorem ſphæræ portionem. Nam quicúmque radius à centro ad circumferentiam ductus ſive per medium uniforme, ſivé difforme, ſive perpendiculariter, ſive obliquè incidat; eſt ſemper ſemidiameter, ergo nullus radius, etiam obliquus poteſt dici majorem portionem ſphæræ præſcindere, niſi ſumatur cum alio verbi gratia cum perpendiculari. Sed ſi tantum hoc modo intelligatur, tam radius perpendicularis refringi deberet quam alius, tantam enim portionem ſphæræ continet ille qui perpendicularis cum obliquo, quantam obliquus cum perpendiculari. Denique radius obliquè incidens ita refringitur, etiam ſi nullus alius radius perpendicularis adſit; ergo ſpectari non debet portio ſphæræ, quam cum perpendiculari continet.

Impugnatâ hoc modo communi opinione, immò & aliis, ſuam opinionem de lumine conatur ſtabilire, de qua ſuo loco jam diximus. Supereſt ut in ea rationem reddamus cur lux in medio æquabiliter denſo, per rectos radios progrediatur, incurrente autem medio denſiori, obliquè tamen, deviet à priſtina rectitudine. Lux partes habet quibus conſtat, eáſque æqualiter veloces. Unde ſi radium aliquem non abſtractè ſumptum, & omni carentem latitudine, ſed phyſicè ſumptum conſideremus, ſatis apparebit in medio æquabili motum rectum affectare. Nam hæc opinio ſupponit lumen eſſe corpus, & quidem non omnino diſſolutum, quaſi ſimplicem cujuſdam pulviſculi congeriem, ſed pro modo ſuæ ſummæ tenuitatis coagmentatum, ut eſt aqua, aër, flamma, ideóque quilibet radius partes habet continuas, & aliquantulum cohærentes, & quantum poſſunt continuitatem affectantes. Unde fit ut dum lucis radius in planum diaphanum obliquè incidit, partes quæ porum idoneum non nanciſcentur, reflectentur, quæ verò porum ſibi conformem nactæ fuerint, permeabunt, & quantum poterunt ſuam continuitatem affectabunt. Cujus rei illuſtre afferri poteſt exemplum in aqua. Sit enim aquæ copia quæ ruat verticaliter cui planum obliquè objiciatur, ſed crebis foraminibus pertuſum, primò partes aquæ quæ in partes ſolidas obicis incurrunt, reflectuntur, quæ verò foramina permeabunt, continuitatem aliquam habebunt, & à recto tramite deviabunt: licèt autem aliquæ partes rectà

tranſite

transire possent, sine ulla ut ita dicam refractione, quia tamen propter obliquitatem pori non omnes eo modo transitum habere possunt, simul omnes eodem modo refringentur: atque ita continuitatis ut ita dicam amor, aut potiùs nexus ille & implicatio, quò continuæ permanent, eas à naturali, & earum gravitati debita directione avellit. Quod proportione quâdam in lumine dicendum est. Dum enim radius luminis à medio rariori in densius incurrit, licèt aliqua ejus pars directum nanciscatur aditum, si tamen radius, ut ita dicam totalis eandem directionem servare non possit, coguntur omnes partes eandem viam inire. Quod ut faciliùs adhuc explicetur supponendum est, quid sit corpus esse diaphanum in hac opinione, nempè poros habere plurimos, & in omnem ferè partem extensos; ex quo fit ut per hujusmodi corpora facilis lumini transitus præbeatur. Quia tamen hujusmodi pori in aliquibus diaphanis laxiores sunt, in aliis verò strictiores & minutiores, per minutiores autem, plures proportione servatâ partes superficiei extimæ radiorum tangût corpus illud diaphanum, inde fit ut propter partium pressum, & affrictum nonnihil retardetur luminis transitus. Quod autem minora corpora majorem proportionaliter superficiem habeant, id facilè ostenditur ex eò quòd soliditas corporum crescat in duplicata ratione superficierum, ex quo principio oritur, ut minutiora corpora difficilius descendant in aqua, quam ejusdem naturæ, & gravitatis specificæ majores moles. Ita exigua arenula ex lapide decisa sensim admodum descendit in aqua, totus autem lapis velociùs, ratio est quia cum in descensu partes extimæ superficiei radant aquam, quò plures partes superficiei erunt, respectivè ad pondus, eò tardior erit motus. Supponatur autem arenula, pendere unam unciam, & ejus superficiem æquivalere quadrato, cujus latus sit unius digiti, sitque lapis 16 unciarum, illius superficies erit quatuor digitorum, nempè quadrupla primæ; cum ergo resistentia orta ex ejus superficie, & pondus sit decies sexies majus, haud dubiè facilius vincetur resistentia quatuor, à pondere 16 unciarum, quàm resistentia unius, à pondere unius unciæ. Inde fit ut pluma tam lentè descendat, cum tamen moles plumæ citò feratur: igitur benè assumi potest, lumen velocius moveri in corpore rariori, quam in densiori, eò quòd in densiori, pori sint minores, & consequenter magis per eos attenuetur lumen, habeátque majorem superficiem respectivè ad molem suam. Quare si intelligatur radius aliquis ita incidens obliquè, in superficiem diaphani densioris, ut una ejus pars porum sibi conformem nacta, priùs illum subingrediatur, ideóque tardiùs moveatur; interea dum alia ejusdem radii pars naturali aliquo nexu, cum ipsa continuata, in aëre liberè velociùs defertur; necessarium est directionem totius radii mutari.

Quod quidem multis exemplis confirmari potest. Finge tibi currum aliquem, cujus rotæ æquali velocitate ferantur, haud dubiè eam quam semel inivit viam prosequetur, nec ab ea vel tantillulum deflectet; sistatur alterutra ex rotis, aut non ita velociter feratur, interea dum alia æquali semper impetu volutatur, necessarium erit incurvari cursûs tramitem, ita ut si altera ita remittat de suo impetu, ut æqualiter ambæ postea moveantur mutabitur directio. Quod ut schemate aliquo illustremus. Sit radius aliquis ABCD, non quidem mathematicus, sed determinatam latitudinem habens, qui obliquè incidat in superficiem aquæ BE,



sitque linea ut ita dicam terminus illius AB, propter obliquitatem incidentiæ priùs illius radii pars B tanget superficiem aquæ BE, quàm A, quia autem tardiùs movetur lumen in aqua, quàm in aëre, eò quòd supponantur in aëre laxiores pori, quàm in aqua. Sit linea BF, quæ percurritur à puncto B in aqua, interea dum A G, percurritur in aëre à puncto A: igitur linea A G major erit, quàm linea BF. In triangulis autem ABG, BGF, cum latus GB sit commune, item latera AB, GF æqualia, & basis AG major, basi BF, (*per 25. 1.*) erit angulus ABG, major angulo BGF; sed angulus ABG est angulus inclinationis radii incidentiæ, aut certè illi æqualis, item angulus BGF, est æqualis angulo inclinationis radii refracti. Nam in punctis B, & G, ducantur duæ perpendiculares BH, GI, angulus CBH est angulus inclinationis radii incidentiæ BC, & angulus KGI est angulus inclinationis radii refracti GK; & cùm ABC sit angulus rectus, item GBH, sit angulus rectus; ablato communi angulo ABH, erunt anguli ABG, CBH æquales. Pariter cum anguli KGF, IGB sint æquales, utpote recti, ablato communi I G F, erunt anguli KGI, FGB æquales: igitur angulus inclinationis anguli incidentiæ major est angulo inclinationis anguli refracti; quod erat demonstrandum.

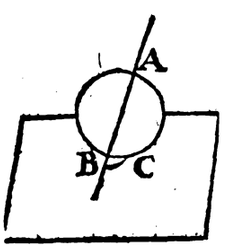
E contra verò sit radius KGFL, propagatus in medio densiori, qui incurrat in superficiem communem aëris & aquæ, nempè in superficiem GB, punctum G priùs perveniet ad aërem, & emerget ex aqua, quam punctum F. Habet autem hoc lumen ut in medio rariori velociùs feratur, quàm in medio densiori, ideóque pariter ostendetur angulus inclinationis radii incidentiæ, nempè KGI, minor esse angulo HBC, inclinationis radii refracti BC. Ex quo vides quid sit refringi ad perpendicularem, hoc est radium magis accedere ad perpendicularem, seu angulum inclinationis radii refracti fieri minorem angulo inclinationis radii incidentiæ: ut in primo casu quid refringi à perpendiculari nempè angulum inclinationis radii refracti, majorem esse angulo inclinationis radii incidentiæ. In quo faciunt aliqui non modicam difficultatem, nec satis benè percipunt quo principio radius dum emergit ex aqua, restituat se ad pristinam velocitatem. Si enim ab agente lucido verbi gratia à sole recepit impetum, & velocitatem, ubi hæc retusa est in densiori medio, cur se restituit, & velociùs fertur quàm in medio densiori; unde volunt aliqui hanc vim lumini nativam esse, ita ut ubi liberum fuerit ab obice ejus motum retardante, pristinum motum restituat.

Sed

Digitized by Google

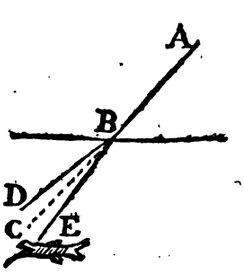
Sed adhuc meo judicio puto non esse necessarium recurrere ad hanc solutionem, nam sive restituat priorem velocitatem, certum est dum punctum G pervenit ad aërem eundem habet impetum quem habet punctum F, cùm autem non sit tanta resistentia in aëre, quàm in aqua, vi illius impetus velociùs movebitur in aëre, quam motum fuisset in aqua. In aqua autem, motum fuisset æquè velociter, ac punctum F; ergo semper restat, quòd velociùs feratur in aëre, quam punctum F, & quod debeat dari refractio.

Alii non admissâ, & non consideratâ tantâ radiorum continuitate, qualem supra posuimus, globuli tantum unius rationem habent, in quo globulo considerant quasi axem aliquem, secundum quem impressus illi est impetus. Quod ut oculis subjiciamus, sit globulus lucis AB, axis secundùm quem productus est impetus, sit AB, inclinatus ad superficiem aquæ DE, incidat in porum aliquem BC, ita ut tangat illud in puncto C, occurrit aliquod obstaculum, impediens ne globulus ille, tam perniciter feratur; quia tamen illa retardatio non est secundùm axem; sed tantùm in extremitate aliqua, progredietur quidem ulteriùs axis, sed



tamen aliquantulum inflectetur, dum pars illa oram pori contingens quasi supra hypomoclium evolvitur, lentiùsque incedit donec facta semel illa retardatione, ubi fuerit in aqua globulus ille, cum nulla sit ratio cur postea mutet eam directionem, eò quòd utrinque tangat aquam, progreditur per eam quam semel inivit viam. Si verò globulus ex aqua in aërem exiret, contrario modo fieret refractio, eò quòd priùs liber esset ille globulus ex contraria parte, ideoque axis procedit ulteriùs, interea dum illa pars quæ pori oram adhuc tangit, circa illam evolvitur. Unde fit, ut tunc sit refractio contraria, seu à perpendiculari.

Id tamen quod in ea opinione difficultatem facit, est, quod si lumen hoc modo consideretur, quasi globulus aliquis solidus, penetrans per poros corporis diaphani, eandem pateretur refractionem, quam patiuntur corpora dum eadem media penetrant; sed alia corpora dum penetrant hujusmodi diaphana, non patiuntur eandem refractionem; immo vero contrariam habent. Si enim



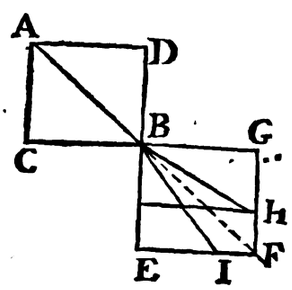
explodatur glans plumbea obliquè in superficiem aquæ, seu secundùm lineam AB, non penetrabit rectà secundùm eandem lineam AB, productam in BC; sed magis recedet à perpendiculari contra quam accidat in luce. Fateor me eam experientiam nondum feciſſe, immò putabam me contrariam habuisse. Nam multi etiam pisces occiduntur in aqua; quod nunquam accideret, nisi eamdem viam sequeretur glans plumbea, quam lumen prosequitur. Sit enim piscis E, qui radium remittat in EB, qui deinde refractus à perpendiculari, incidat tandem in oculum A, appareat autem piscis E, in puncto F, dirigatúrque ictus catapultæ secundùm lineam AB, si contraria accideret refractio in glande plombea, nunquam attingeretur piscis E.

Nihilominus dicendum est vix unquam hoc modo attingi pisces nisi cum extant ferè in superficie aquæ: ita ut neque refractio radiorum lucis ab ipsis emissorum, notabilem invehant diversitatem loci visi, à vero; neque refractio quam patitur glans plumbea, multum eam à vero scopo avertat. Quod verò in superficie tantum aquæ pisces attingantur, facilè suadet ratio, nempe quod tam retundatur impetus glandis emissæ, ut ad aliquos pedes inepta sit ad vulnus faciendum. Immò si feratur ulteriùs etiamsi initio frangeretur à perpendiculari, nativo tamen pondere instante, & impetu quo ferebatur, multum imminuto, rursus accedet ad perpendicularem, & si ulterius tendat perpendiculariter tandem descendet, describétque lineam parabolicam. Unde puto vix bene posse succedere experientiam, gravitate se immiscente; quæ omnia in luce non accidunt propter summam pernicitatem, gravitatisque carentiam. Positâ tamen eâ experientiâ, quod glans ferrea in aqua patiatur refractionem à perpendiculari, negat tamen Gassendus in lumine idem accidere: quia (inquit) glans plumbea non invenit porum quem subingrediatur, & in cujus labro tantisper circumvolvatur, sed viam sibi aperit, eique resistit multum superficies aquæ, retardando ejus motum perpendicularem. Nam ubi semel totus globus in aqua fuerit, cum æqualiter resistat aqua non magis retardat motum in unam partem, quàm in aliam. Alius igitur modus progrediendi glandis plumbeæ in aqua; alius luminis, quod ob velocitatem summam, viam non sibi aperit, & nisi porulum sibi convenientem offendat, regreditur moræ impatiens.

Aliam viam tentat Cartheſius, eodemque ferè modo refractionem explicat, quo reflexionem. Supponit enim unum eumdémque motum realiter indivisibilem, posse tamen per intellectum dividi, immò posse fieri, ut detur aliquis obex, & retardatio illi sub uno respectu considerato, quæ nullo modo illi noceat sub alio.

Supponit ergo motum corporis cujusque obliquè decidentis componi ex duobus motibus, perpendiculari altero, horizontali alio; & pro ut magis de perpendiculari habet, eò magis perpendicularem esse, sive magis de horizontali participet, magis esse obliquum. Ponamus autem globum aliquem decidentem obliquè, ut facilior sequatur explicatio, tantum habere de motu horizontali, quantum habet de motu perpendiculari & verticali; ideoque ferri secundùm diagonalem quadrati, seu inclinari ad horizontem angulo semirecto 45 graduum. Incurratque hic globus hoc modo delatus, non insuperficiem tertæ, quam pertumpere non possit, sed in corpus aliquod, quod facilè ab ipso dividi possit. In hujus-

modi diviſione retardabitur motus, non quatenus horizontalis ſeu parallelus, ſed quatenus perpendicularis eſt & verticalis. Supponamus amitti mediam partem illius motûs, quatenus perpendicularis eſt. Dum percurret horizontalem lineam quamcúmque dimidiam tantum lineam perpendicularem peragrabit, ideóque motus mixtus qui ſequetur, plus habebit de horizontali; quàm de perpendiculari. Quod ut oculis ſubjiciamus, ſit corpus quodcúmque A, delatum per lineam diagonalem AB, ita ut lineæ AD, DB ſint æquales. Motus ille AB, componitur ex linea AD, & linea DB, hoc eſt ſi duplex imprimeretur impetus corpori A, unus quò impelleretur deorſum versùs lineam CB; & alius illi æqualis in velocitate, quo deferretur horizontaliter versùs lineam DB, percurreret lineam diagonalem AD. Vel adhuc ut id meliùs concipias, finge lineam AD, eſſe navim quæ feratur parallela in C B, & interea dum hoc modo movetur, ſit homo qui ex puncto A, feratur in punctum D; clariſſimum eſt quod percurret lineam AB, ſi ubi pervenit in punctum B, per-



maneret utérque impetus illibatus, deferretur per lineam BF. Si ceſſaret omninò motus perpendicularis, percurreret lineam horizontalem BG, remittitur autem impetus perpendicularis cui ſoli contrarius eſt obex CG, neque enim corpus CG, ullo modo impedit, ne moveatur corpus horizontaliter; igitur licèt corpus A perrumpat corpus C G, nihilominus multùm remittitur impetus; ergo non tam deſcendet, quàm feciſſet. Ergo interea dum horizontaliter percurrit lineam æqualem lineæ B G, non deſcendet ſecundum lineam G F, æqualem ipſi BG; ſed ſecundùm lineam GH, quæ erit tantum dimidia lineæ B G: igitur frangetur à perpendiculari, ſeu recedet à perpendiculari B E. Quod autem accideret in corpore aliquo verbi gratia in tela extenſa quæ perrumpetur ab incidente pila, idem etiam evenire neceſſe eſt in aqua, cujus extima ſuperficies, tam reſiſtit pilæ incidenti, quam tela. Reliqua autem aqua non producet aliam refractionem, quia ubi tota pila in aquam immerſa fuerit, cum aqua æqualiter cuicúmque diviſioni reſiſtat; nulla erit ratio cur potiùs motui perpendiculari, quàm horizontali reſiſtat. Unde ſeclusâ pilæ gravitate (quam hic non attendimus) quam ſemel inivit viam, pila perpetuò tenere debet.

Ex hoc ſequitur quod tam parum de perpendiculari poſſit habere motus, ut aquam pila perrumpere non poſſit. Cùm enim ſoliditas aquæ ſit tantum oppoſita motui quatenus perpendicularis eſt, & hæc ſoliditas ſeu reſiſtentia, habeat vires determinatas, fieri poterit, ut hæc reſiſtentia ſit major, quàm motus ille prout perpendicularis eſt; quod multò magis verum erit, ſi magna aquæ diviſio debeat fieri. Inde fit ut lapides latos, & extenſos ſeligant pueri, ut meliùs obliquo jactu in aquæ ſuperficiem incidentes reflectantur. Ex quo accidit ut tormenta bellica, & catapultæ multum obliquè in aquam exploſa, in adverſa ripa poſitos vulnerarint, reſiliente nempè globo. Ex quibus omnibus concludo globos in aquam incidentes immò, & obliquè quodcúmque corpus penetrantes in quo difficilius moveantur pati refractionem à perpendiculari.

E contra verò ſi intelligatur pila eâdem viâ, æqualiter participante de motu horizontali, & de perpendiculari; nempè ſecundùm lineam AB, incidere in ſuperficiem CBG, corporis in quo facilius moveatur, ſicut corpus illud ſi reſtitiſſet motui, opponeretur tantum motui prout eſt perpendicularis. Ita etiam ſecundum eandem ſuperficiem, ſi minus reſiſtit motui, minùs reſiſtet perpendiculari; ideóque ſi in eo augeatur motus, magis augebitur motus perpendicularis, ſaltem in ipſa ſuperficie, in progreſſu tamen eodem modo utérque motus augebitur, & quam rationem habet utérque motus, eandem toto progreſſu ſervat. Sit ergo ut in caſu poſito propter augmentum perpendicularis, motus prout perpendicularis eſt duplò major, quam idem prout eſt horizontalis, interea dum percurretur perpendicularis linea B E, non percurretur linea EF illi æqualis, ſed tantum linea E I ejus dimidia.

Ex hoc ſequitur lumen difficiliùs moveri in aëre, quam in aqua, licèt *projecta* faciliùs moveantur in aëre quàm in aquâ, quod videtur probabilitate carere, vel aſſignanda eſt aliqua ratio cur id contingat. Hanc affert Carteſius. Primò de projectis facilis eſt ratio, quod nempè aër propter ſubtilitatem, & nexum partium non multum tenacem facilius dividatur, quam aqua, quæ partes magis *conſtipatas habet*, & magis tenaces. Cùm ergo projecta ſint valdè magna, ita ut nec utrúſque corporis potos ſubire poſſint; difficiliùs in eo movebuntur, quod validius diviſioni reſiſtet.

At verò longè diſpar eſt ratio luminis, quod cum diviſionem non faciat, poróſque tantum ſubeat, in molliori, & fibroſo corpore difficiliùs reptabit, quàm in duro; cujus exempla habemus quamplurima, facilius moventur globuli eburnei ſupra menſam ligneam nudam, quàm tapete villoſo ſtratam. Adhærent enim fibræ, & *villi* motúmque retardant. Ita culcitræ, & ſtromata ænei globi à tormento bellico emiſſi impetum retundunt. Sed aërem villoſum eſſe facilè conjicere poſſumus, etiam ex corporibus in eo volitantibus. Ex quo ſequitur refractionem luminis ab aëre in aquam, aut cryſtallum incidentis, ideo fieri ad perpendicularem, quod faciliùs in iis quam in aëre moveatur. Atque hæc ſunt quæ de refractionis cauſis dicenda judicavi, ſi quis alias rationes adinvenerit, non dedignetur phyſicam in his materiis, ut plurimum mancam, ſuis commentationibus locuplatare.

SUPPOSITIO I.

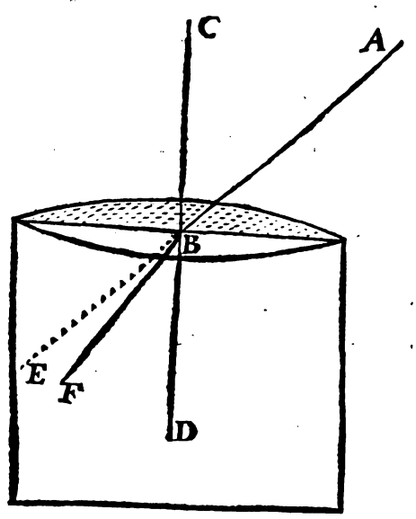
Superficies refractionis eſt ad ſuperficiem communem utriúſque diaphani recta.

Superficiem refractionis (*per 5. defin. hujus*) vocamus planum in quo utérque radius, tam *incidens* quam refractus inveniuntur, hoc eſt planum per radios incidentem, & refractum ductum, quod

Digitized by Google

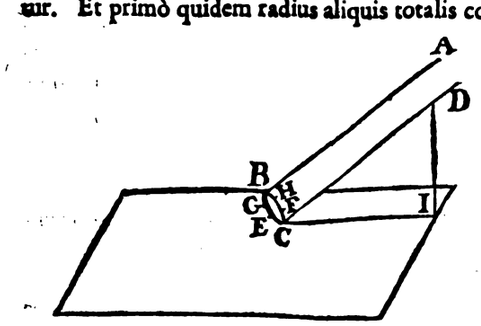
quod planum ſuppono eſſe, ad ſuperficiem communem utriuſque diaphani rectum; ne quid tamen intentatum relinquam; hanc ſuppoſitionem ſtabiliendam ſuſcipio iiſdem, ut plurimum rationibus, quibus refractionem probavimus.

Sit ſuperficies aquæ in quam obliquè incidat ex aëre radius AB; ducatur ad ſuperficiem communem aquæ, & aëris, perpendicularis CB, quæ ulteriùs producatur in D, & radius incidens AB, ulteriùs etiam producatur in E, ſitque radius refractus in F, dico radium refractum BF, eſſe in plano per lineas AB, CB, aut BE, BD ducto. Patet autem tale planum eſſe ad ſuperficiem communem aquæ & aëris rectum; cum enim linea BC ſit ad talem ſuperficiem recta (*per* 18. 11.) omnia plana per ipſam ducta ad eandem ſuperficiem recta erunt. Quòd verò radius refractus debeat eſſe in eadem ſuperficie, ita oſtendo ſive loquamur in opinione communi Peripateticorum, ſive in alia quacumque, radius refractus è tali plano excedere non debet. Et primò quidem in genere nul-



la eſt ratio cur potiùs in unam, quàm in aliam partem deflectat; ergo in eo plano manere debet. Si enim propter rationem allatam in opinione communi cur radius refringatur, vis activa ſe debet roborare, & conſequenter, radius debet accedere ad perpendicularem. Iſte acceſſus per lineam breviſſimam fieri debet, non eſt autem ulla via brevior, quam manendo in eodem plano; ergo radius refractus in eodem plano eſſe debet in quo radius incidens, & linea perpendicularis, quod planum, ut jam oſtendi, eſt ad ſuperficiem communem utriuſque diaphani rectum.

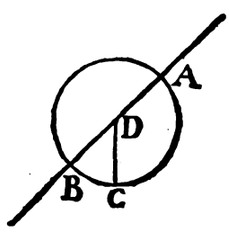
Si verò conſideremus propagationem luminis per modum motus localis, clarius idem probabitur. Et primò quidem radius aliquis totalis con-



ſideretur cum ſuis omnibus dimenſionibus. Sit verbi gratiâ radius ABCD, cujus baſis ſit circulus

BC. Sitque infimum illius punctum C, B ſupremum, puncti C, motus primò retardatur, deinde punctorum E, & F, æqualiter à puncto C remotorum; atque ita deinceps donec punctum B tandem ſubeat ſecundum diaphanum; ſed hoc modo non inclinatur radius, neque ad lævam, neque ad ſiniſtram; ergo ſemper manet in eodem plano, ducto per CD & DI perpendicularem. Vel meliùs, cùm linea CD, retardetur tantum, ductaque perpendiculari DI, angulus DCI ſit minimus, reliqui autem qui fiunt ab eadem linea DC, cum diverſis lineis in plano ductis ſint ſemper hinc inde æquales, & conſequenter æqualiter planum reſiſtat, refractio fiet in eodem plano medio, nempe in plano CDI, quod eſt ad ſuperficiem communem diaphanorum rectum.

Denique ſi conſideretur globulus luminis, qui impingens in ſuperficiem denſiorem retardatur tantiſper, & ſecundùm partem ſuam inferiorem, ideóque circa partem retardatam, quaſi circa hypomoclium volvitur, hic motus ſeu hæc inclinatio fieri debet circa partem retardatam, atque adeo planum in quo fiet ille motus deſignabitur axe, & linea ducta à centro globuli ad partem tangentem.



Sit globulus AB, delatus ſecundùm axem AB, ſiſtatur tantiſper pars ejus infima C, & ex centro ejus D ducatur linea DC; dico quia motus ſit ſecundùm axem AB, & retardatio ſit in C, quod planum, ſecundùm quod fiet illa inclinatio, erit planum BDC; ſed planum BDC eſt ad ſuperficiem communem diaphanorum rectum, cum linea DC, ſit recta ad tale planum (*per* 2. *Theod.*) igitur ſuperficies refractionis eſt ad communem diaphanorum ſuperficiem recta.

Denique ſi ſecundùm ultimam lucis conſiderationem velit aliquis eandem ſuppoſitionem probare, id poterit facillimè. Motus enim radii inclinati componitur ex horizontali, & perpendiculari: ſi autem propter incurſum in diverſum diaphanum, aliquid amittat de utrolibet, nulluſque alius admiſceatur motus, manebit ſemper in eodem plano ad ſuperficiem diaphanorum recto. Ratio igitur eſt, quòd ſuperficies communis diaphanorum tantum imminuit, aut auget motum, prout perpendicularis eſt ad ipſam; nam tantum imminuit motum prout illi contraria eſt. Sed tantum contraria eſt motui, prout ad ipſam perpendiculari: ergo tantum imminuit motum, prout ad ipſam perpendicularis eſt; Ergo motus ipſi parallelus continuatur, habétque, vel minus vel magis de perpendiculari, ſed hoc eſt refractionem fieri in plano, ad ſuperficiem diaphanorum recto; igitur refractio in tali plano fiet.

In quo notandum eſt diligenter, quod jam ſupra in reflexione obſervavimus, quotieſcumque ſuperficies diaphanorum eſt curva, intelligendum eſſe aliquod planum tangens talem ſuperficiem in puncto refractionis, ut obſerventur eædem leges, quæ in communibus refractionibus. Nam quælibet curva ſuperficies ex infinitis quaſi planis ſu-

Perficiebus conſtat, & tam benè reſiſtit motui ad ipſa m perpendiculari, ac faceret plana ſuperficies? ideóque tàm benè imminuit motum obliquum, ſecundùm id quod de motu perpendiculari participat.

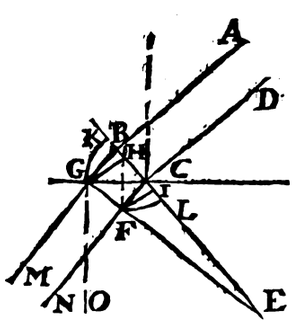
Iſtam ſuppoſitionem probavit Vitellio & Alhazen inſtrumentaliter, & eam quilibet experiri poteſt.

PROPOSITIO I.

In omni refractione facta in iiſdem mediis, eadem eſt ratio ſinûs anguli inclinationis ad ſinum anguli refracti.

Hanc propoſitionem fundamentalem licèt in hac materia, veteres tamen ignorarunt qui certa carentes regula, ad experientiam confugerunt, ſinguliſque angulis inclinationis reſpondentes angulos refractionis inſtrumentaliter obſervarunt. Cum enim angulos tantum ſpectarent, nullam invenerunt determinatam proportionem, angulorum. Recentiones autem, non angulos, ſed angulorum ſinus comparantes, eandem ſemper inter eos rationem intercedere fœliciter deprehenderunt. Ita ut datâ vel unicâ refractione luminis, dum ab aëre in aquam immergitur, poſſimus nullo negotio cæteras omnes determinare. Quamvis autem id experientia ſatis comprobet, tentemus, an ex principiis phyſicis hanc propoſitionem demonſtrare, aut ſuadere poſſimus.

Conſideremus igitur radium luminis, cum aliqua craſſitie, & ſoliditate, qualem natura ejus pati poteſt. Sit igitur radius luminis A B C D, cujus pars C quæ prima in C G ſuperficiem aquæ incurrit, retardetur non nihil, ſeu minus velociter moveatur, interea, dum pars B, quæ in aëre adhuc exiſtit celerius movetur; erit CF minori celeritati reſpondens, minor quam BG & hoc ſecundum rationem quam habet celeritas luminis in aqua, ad ejuſdem celeritatem in aëre. Parum autem refert ſive BG, CF ſint arcus, ſive lineæ rectæ, modo radius propter partium unionem, & cohærentiam non coarctetur, ſed latitudinem eandem retineat. Hoc eſt ſint lineæ BI, GF, æquales, & lineæ BG, CF, aut ſint parallelæ ſi rectæ ſunt, aut ſi circulares ſunt, ſint arcus concentrici, quod ultimum probabilius judico, ut melius eadem radii latitudo obſervetur. Sit ergo punctum E, centrum arcuum concentricorum BG, CF, ducanturque ex punctis G & C, GH, CI perpendiculares ad lineas E B, E G, has dico eſſe proportionales arcubus CF, BG. Ducatur in puncto F linea F S perpendicularis ad B E.



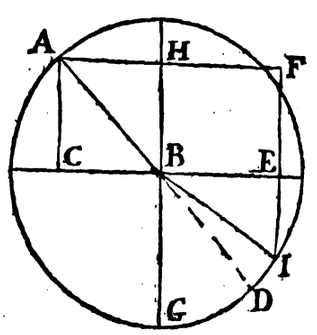
Demonſtratio. Ita eſt arcus BG ad arcum CF, ſicut radius E G ad radium E F, ſed cum lineæ perpendiculares GH, F S ſint parallelæ; ita erit GH ad FS; ſicut EG ad EF (*per 4. 6.*) ergo lineæ GH, F S ſunt arcubus proportionales. Sed FS, C I ſunt æquales, nempè ambæ ſunt ſinus arcus BF, ergo lineæ GH, CI ſunt proportionales arcubus BC, CH, hoc eſt ſe habent ut velocitas luminis in aëre, ad ejuſdem velocitatem in aqua. Ex puncto G, intervallo GC, deſcribatur arcus CL, & ex puncto C ut centro intervallo C G arcus GK; eritque GH, ſinus arcus GK, ſeu anguli GCK, & C I ſinus anguli CGI. Sed angulus KCG, eſt æqualis angulo NCD, cum enim anguli NCG, DCB ſint recti, ablato communi NCB, reſtant DCN, KCG æquales: pariter cum MGO, CGO ſint recti ablato communi O G F, erunt anguli MGO, CGF, æquales, ſed angulus MGO, eſt angulus refractus, & angulus DCN eſt angulus refractionis, ergo ſinus anguli inclinationis, ad ſinum anguli refracti ſe habet ut velocitas luminis in aëre ad ejuſdem velocitatem in aqua. Quæ cum eodem modo ſemper ſe habeant, in omni omnino refractione ab aëre in aquam eadem erit ſemper ratio ſinus anguli inclinationis, ad ſinum anguli refracti, quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO II.

Theorema.

In omni refractione facta in iiſdem mediis eadem eſt ratio ſinûs anguli inclinationis ad ſinum anguli refracti, ſecundum doctrinam Cartheſii,

Examinemus modò an lumen aliter conſideratum, eaſdem nobis proportiones exhibeat. Dividamus igitur per mentem, in duas determinationes motum radii obliquè incidentis in ſuperficiem refringentem, & videamus an ex hujuſmodi diſtinctione poſſimus efficere eandem ſemper eſſe ratio-

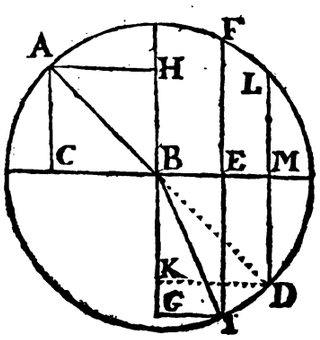


nem ſinus anguli inclinationis ad ſinum anguli refracti. Radius luminis ſeu globulus incidat, in aquæ ſuperficiem GE, ſecundum lineam AB, hic motus obliquus habet de horizontali A H, & de perpendiculari AC, cui ultimo reſiſtit ſuperficies CE, de illiuſque velocitate perpendiculari aliquid detrahit, intacta velocitate horizontali AH, cui eadem ſuperficies CE contraria non eſt. Supponamus igitur amitti mediam partem velocitatis perpendicularis, ergo quo tempore percurret H F, lineam B I æqualem lineæ AB, percurret ſecundum velocitatem horizontalem, lineam majorem, quam AC, & hoc ſecundum eam rationem qua minuitur velocitas perpendicularem. Ita quidem raciocinatur Cartheſius, dum agitur de corporibus ſolidis perrumpentibus ſecundum diaphanum ſeu viam ſibi facientibus.

Quando

Digitized by Google

Quando verò agitur de refractione luminis, quam contrario modo fieri existimat, nempè lumen velocius ferri in medio densiori, ita ratiocinatur. Supponamus globulum luminis delatum à puncto A in B, augere suam velocitatem certo



utique & determinato augumento, nempè cum intra tria momenta deferatur à puncto A ad punctum B, duo tantum impendat, ad hoc ut à puncto B rursus circumferentiam circuli attingat, quia autem dispositio ad motum parallelum eadem manet, his duobus momentis horizontaliter percurret lineam BE, quæ erit tantum tertia pars lineæ AH. Et quia verò semper eodem excessu augetur velocitas luminis in aqua, supra eam quam in aëre obtinebat, verbi gratia uno triente in omni omnino refractione, luminis transeuntis ab aëre in aquam semper linea GI, seu sinus anguli refracti GBI, duos trientes obtinebit lineæ HH, seu sinus anguli inclinationis ABH.

Deficit tamen hæc demonstratio, quod supponat motum luminis velociorem esse in aqua, neque tamen ullo modo mutetur ille motus prout est horizontalis, seu parallelus superficiei refringenti. Id enim satis extricare non potui, neque ex principiis Cartheſii aliquid ulterius elicere.

Alia consideratio luminis tanquam globuli, in ingressu poruli moram patientis, difficillimè potest sinubus applicari, idcóque illi non immorabor.

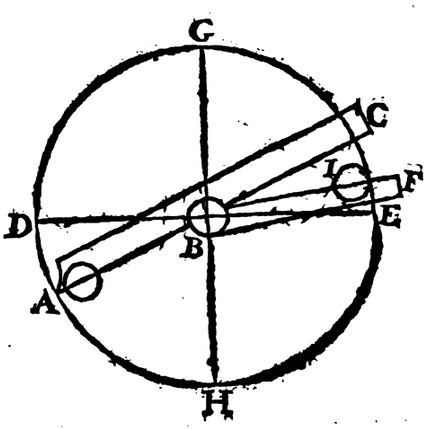
Hanc propositionem revocat Herigonius ad principia statices, nempè ad diversitatem momentorum, quæ corpora planis diversimodè inclinatis insistentia obtinent, quæ quidem consideratio speciem aliquam subtilitatis habet, quia tamen hæc analogia ab eo authore, non est satis explicata, nec apparet quomodo leges momentorum huic materiæ conveniant. Ego illi supersedebo.

PROPOSITIO III.

Problema.

Prima methodus organica observanda proportionis sinûs anguli inclinationis, ad sinum anguli refracti.

Quia proportio sinus anguli inclinationis, ad sinum anguli refracti, non potuit rigorosè demonstrari, utpote quæ ex principiis physicis eruenda fuit, ut aliquid certi & indubitati constitueretur, quo in decursu uteremur, rationi experientiam cum multis adjungendam censui. Habeatur igitur circulus CDHE in suos gradus divisus, duplici instructus regula, utrâque circa centrum B volubili, nempè ABC, quæ tam in centro B, quam in A parvos cylindros habeat, & BF quæ priori immota circa centrum A circum-



volvi possit, instructa pariter suo cylindro I.

Usus instrumenti talis erit. Immergatur semicirculus DHE, in aquam, semicirculo DGE supra superficiem aquæ extante, & lineâ DE horizontalem situm habente.

Elevetur regula ABC secundum quemcumque angulum, tum ea immotâ moveatur regula BF, donec oculo, per cylindros I & B collimante, videatur cylindrulus A in eadem linea recta, dico in tali casu, si consideretur radius procedens ex cylindro A, qui ubi erumpit in aërem in puncto B deflectit in I, erit hujus refractionis angulus inclinationis ABH, aut illi oppositus ad verticem GBC, & angulus refractus GBI. Vel si spectare velis refractionem radii ab aëre in aquam incidentis, nempè spectetur radius IB, qui frangatur in BA, angulus GBI erit inclinationis, & ABH angulus refractus.

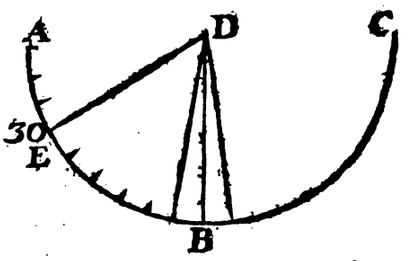
Demonstratio. A puncto A emittitur radius luminis in B, qui frangitur & procedit in I, cum videatur cylindrus A, per lineam IB: ergo habetur angulus refractionis CBI, nempè deviatio hujus radii à linea radii, quia autem eadem est differentia inter aërem, & aquam, quanta inter aquam, & aërem, si radius aliquis procedat per IB, refringetur in BA.

Id habet commodi hæc praxis, quod infra horæ quadrantem possint haberi omnes refractiones, respondentesque anguli tam inclinationis, quàm refracti, non expectatis variis solis supra horizontem elevationibus.

PROPOSITIO IV.

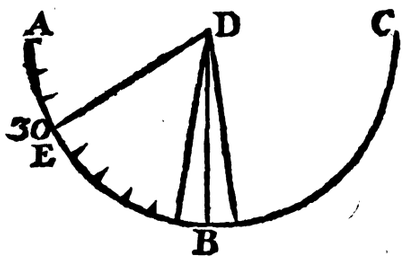
Problema.

Secunda methodus organica, observanda proportionis quæ est inter sinum anguli inclinationis & sinum anguli refracti.



Habeatur hemisphærium concavum ABC, cu-

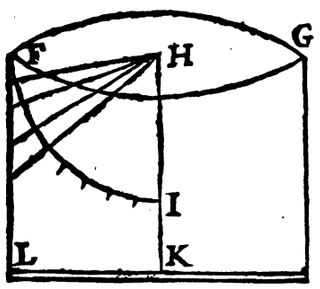
jus centrum D occupet extremitas ſtyli BD. Diviſo quadrante AB in ſuos gradus, ex puncto B tan-



quam polo deſcribantur circuli concentrici, qui erunt horizonti paralleli, eoſque repreſentabunt quos Almicantharath nominamus, ſeu circulos elevationum. Hemiſphærio infundatur aqua, donec totam horizontis circumferentiam ſtringat.

Lucente ſole obſerva ad quem circulum elevationis, umbra extremitatis ſtyli perveniat, ponamus pervenire ad punctum E, erit AE, elevatio ſolis refracta, & angulus EDB, angulus refractus. Quare ſi eodem tempore, alio quocumque inſtrumento verbi gratiâ quadrante Aſtronomico elevationem ſolis obſerves, ejus complementum, nempè ejus à vertice diſtantia erit angulus inclinationis.

Quia tamen non ſine difficultate habetur ſcaphium, ſeu hemiſphærium concavum, quodcum-



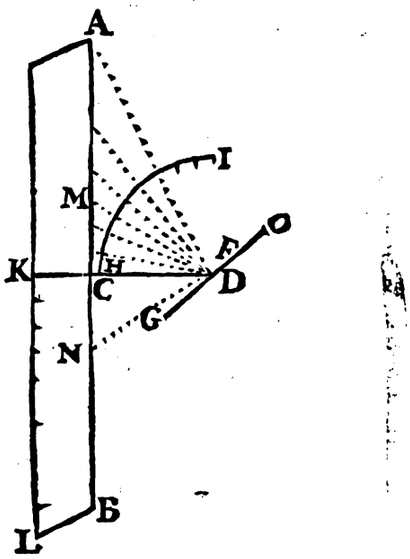
que vas cylindricum idem præſtare poterit, in cujus pariter medio ſtylum infiges KH, cujus extremitas H centrum circuli FG præcisè occupet. Ita autem circulos altitudinum deſcribes. Facto ex puncto H ut centro, quadrante circuli FI, ductiſque per ſingulas diviſiones rectis lineis, quæ latus aut baſin cylindri attingant, tum per hæc puncta deſcribe circulos parallelos circulo FG, appoſitis characteribus ut facilè internoſci poſſint, uſus idem erit ac ſcaphii ſupra deſcripti.

PROPOSITIO V.

Theorema.

Tertia methodus organica obſervandæ proportionis quæ intercedit inter ſinum anguli inclinationis & ſinum anguli refracti.

Præparetur aſſerculus AB, cui ad angulos rectos infigatur ſtylus CD, in cujus extremo D ſit axis horizontalis FG, deſcribatur arcus HI, per cujus ſingulos gradus ducantur lineæ rectæ ex centro FD, donec aſſerculum attingant, & dividant. Hæ diviſiones in partem CB transferantur, notenturque colore ſub aqua viſibili. Uſus talis erit. Aſſerculi verticaliter collocati pars CB in aquam immergatur, pars CA quæ extat ſupra ſuperficiem



aquæ, in ea per reflexionem videtur, tantumque immerſa ſpectatur, intra ejus profunditatem, quantum extat ſupra ejus ſuperficiem, ſecundum leges Catoptricæ, par verò CB, refractè videbitur, multóque brevior apparebit. Recedat ergo oculus in O donec videat axem GF coincidere cum N, imagine puncti M, gradus verbi gratiâ trigeſimi. Tunc certus ſum radium DN comprehendere cum ſuperficie aquæ angulum 30 graduum, notetur quam partem aſſerculi refractè viſi occultet; videbiturque occultari longè diverſa, ab ea quæ reflexè videtur. *Hæc differentia* erit refractio, atque hoc modo experieris per ſingulos gradus inclinationum, angulos refractos reſpondentes, conſtrueſque tabulam. Hic ſubjicio tabulam prout à Vitellione fuit obſervata.

Inclinationis angulus.	Angul. refract. per calculum inventus.	Angulus refract. ſecundum Vitellonem.
10.	7.45.	7.45.
20.	15.22.	15.30.
30.	22.51.	22.30.
40.	29.52.	29. 0.
50.	36.30.	35. 0.
60.	42.16.	40.30.
70.	46.52.	45.30.
80.	49.53.	50. 0.

PROPOSITIO VI.

Problema.

Examen tabulæ, an nempè obſervetur eadem ſemper proportio inter ſinum anguli inclinationis & ſinum anguli refracti.

Poterimus facilè examinare an eadem ſemper proportio obſervetur inter angulum inclinationis & ſinum anguli refracti; verbi gratia an ſit eadem ratio ſinus anguli inclinationis 30. ad ſinum anguli refracti 22. 30. quæ ſinus anguli inclinationis

Digitized by Google

nis graduum I O, ad ſinum anguli refracti 7.45.

Angulus inclin. 30. logarith. 9.6989700.
Angulus refr. 22.30. logarith. 9.5818397. } Adde
Angulus incl. gr. 10. logarith. 9.2396702. }

Summa 18.8225099.
9.6989700. ſubtrahe

9.1235399. gr. 7.38.

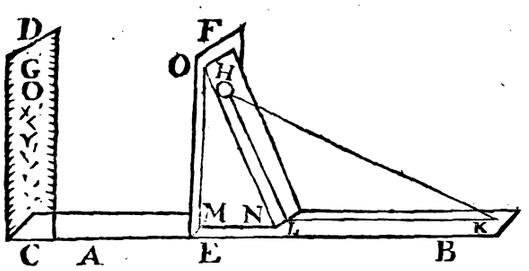
Hæc exhibet mihi exhibet grad. 7. minut. 38. Tabula verò dabat 7.45. differentia eſt ſeptem minutorum, mirum autem non eſt quod experientia aberrarit 7 minutis, maximè cum rudiori minerva indicet ſe proceſſiſe nempè per quartas partes unius gradûs. Quare obſervationes confirmant propoſitionem primam.

PROPOSITIO VII.

Problema.

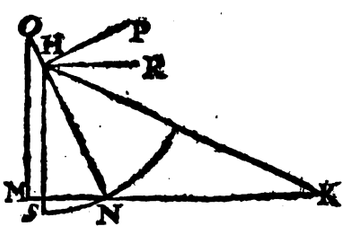
Refractiones ab aëre in vitrum metiri.

Difficilius haberi poſſunt ex obſervationibus anguli refracti, reſpondentes variis inclinationibus quando radius tranſit ab aëre in vitrum, quamvis nobis ſit utilius ad teleſcopia conficienda eas determinare, conabimur tamen explicare nonnullas methodos, ad determinandos nonnullos angulos.



Præparetur regula A B, duobus aut tribus digitis lata, cui affixa ſint ad angulos rectos pinnacidia CD, EF, perforata in G & H, ita ut linea GH, ſit lineæ AB parallela.

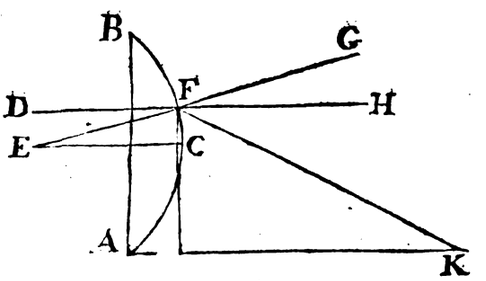
Habeatur triangulum ſolidum vitreum HMN, conſtans tribus ſaltem ſuperficiebus planis. Quatum duæ contineant angulum quemcumque MHN. Una ejus ſuperficies applicetur pinnacidio EF. Tranſmittatur radius ſolaris per foramina GH, noteturque tam punctum H, nempè illud quod in ſuperficie vitri illuminatur, quam punctum K, in quod radius aſſerculum attingit, dico angulum MON eſſe angulum inclinationis, & angulum HKL, angulum non quidem refractum ſed refractionis, cui addi debet angulus MON, ut habeatur refractus.



Ut autem poſſim demonſtrationem inſtituere, transferatur in chartam angulus MON, ſitque ille quem comprehendunt duæ vitri ſuperficies, & quia punctum H non eſt præciſè in extremitate vitri, ponatur punctum H in proprio loco, ducaturque HS parallela MO, ducatur & HR parallela MK, & HP perpendicularis ad HN.

Demonſtratio. Si radius ſolaris incidat perpendiculariter in ſuperficiem MO, nullam ibi patietur refractionem, quare ſpectamus tantum refractionem quæ fit à vitro in aërem. Si nulla eſſet refractio radius rectà procederet, ex H in R, ſed propter refractionem recedit à perpendiculari HP, fitque angulus refractionis R H K, qui cum ſit alterno HKN æqualis angulus HKN, pro angulo refractionis aſſumi poterit. Quod autem angulus P H R æqualis ſit angulo MON probatur. Nam cum anguli S H R, N H P ſint recti, ſubducto communi N H R, reſtant anguli SHN, ſeu MON, & PHR, æquales. Eſt autem angulus HPR angulus inclinationis. Supponantur enim produci RH, PH ultra punctum H, comprehenderent in puncto H angulum inclinationis oppoſitum ad verticem angulo P H R, qui conſequenter pro angulo inclinationis aſſumi poteſt.

Poterit facilè fieri experientia in triangulari priſmate, quoad colores iridis exhibendos utimur. Cum enim ſuperficiebus conſtet æqualibus, angulum 60 graduum continet, poſſent & plurima trigona laterum inæqualium efformari, quia verò circulus omnem omnino continet inclinationem, in lente vitrea lento-convexa plurimas obſervationes perficere poſſemus.



Sit lens plano convexa A B C. centrum convexitatis punctum E, axis E C.; incidat radius DF parallelus axi EC, & perpendicularis ad ſuperficiem planam AB. Dico arcum C F eſſe menſuram anguli inclinationis. Nam angulus inclinationis eſt E F D, cum linea EF ſit perpendicularis ad ſuperficiem curvam, ſed huic æqualis eſt alternus FEC, cujus arcus FC eſt menſura.

Quare plurimas in eadem ſemilente obſervationes poteris perficere, ſi nempè ejus plana ſuperficies pinnacidio EF prioris inſtrumenti applicetur, & punctum F ponatur in foramine H, ita ut radius luminis per utrumque foramen tranſmiſſus, cum linea DF coincidat, & lumen refringatur in FK, angulus FKA erit refractionis arcus, FC erit menſura inclinationis. Hic autem haberi facilè poterit, cum ſciatur cujus ſphæræ adhibita ſit portio in lente. Ergo habebuntur anguli inclinationis, & refractionis. Aliis modis ſimilibus confici poteſt tabula quam hîc ſubjicio.

Angulus

Angulus inclinationis.	Angulus refractus ab aëre in vitrum.	Angul. refractionis ab aëre in vitrum.	Angul. refractus à vitro in aërem.	Angul. refractionis à vitro in aërem.	Ang. refractionis.	Angul. refractus ab aëre in vitrum.	Angul. refractionis ab aëre in vitrum.
grad.	grad.	grad.	grad.	grad.	grad.	grad.	grad.
1.	0. 40. 0	0. 20. 0	1. 30. 0	0. 30. 0	42	26.29.34	15.30.26
2.	1. 19.59	0. 40. 1	3. 0. 3	1. 0. 3	43	27. 2.36	15.57.24
3.	1. 59.58	1. 0. 2	4. 30. 9	1. 30. 9	44	27.35.16	16.24.44
4.	2. 39.56	1. 20. 4	6. 0. 22	2. 0. 22	45	28. 7.35	16.52.28
5.	3. 19.52	1. 40. 8	7. 30.43	2. 30.43	46	28.39.24	17.20.36
6.	3. 59.45	1. 0. 15	9. 1. 15	3. 1. 15	47	29.10.51	17.49. 9
7.	4. 39.37	2. 20.23	10.31.59	3. 31.59	48	29.41.53	18.18. 7
8.	5. 19.25	2. 40.35	12. 2.59	4. 2. 59	49	30.12.29	18.47.31
9.	5. 59.10	3. 0. 50	13.34.16	4. 34.16	50	30.42.37	19.17.23
10.	6. 38.52	3. 21. 8	15. 5.53	5. 5. 53	51	31.12.17	19.47.43
11.	7. 18.29	3. 41.31	16.37.53	5. 37.53	52	31.41.28	20.18.32
12.	7. 58. 2	4. 1. 58	18.10.19	6. 10.19	53	32.10.10	20.49.50
13.	8. 37.30	4. 22.30	19.43.13	6. 43.13	54	32.38.21	21.21.39
14.	9. 16.53	4. 43. 7	21.16.38	7. 16.38	55	33. 6. 0	21.54. 0
15.	9. 56. 9	5. 3. 51	22.50.40	7. 50.40	56	33.33. 7	22.26.53
16.	10.35.19	5. 24.41	24.25.20	8. 25.20	57	33.59.40	23. 0.20
17.	11.14.23	5. 45.37	26. 0.43	9. 0. 43	58	34.25.40	23.34.20
18.	11.53.19	6. 6. 41	37.36.53	9.36. 53	59	34.51. 4	24. 8.56
19.	12.32. 8	6. 27.52	29.13.56	10.13.56	60	35.15.52	24.44. 8
20.	13.10.49	6. 49.11	30.51.57	10.51.57	61	35.40. 5	25.19.57
21.	13.49.20	7. 10.40	32.31. 2	11.31. 2	62	36. 3.36	25 56.24
22.	14.27.43	7. 32.17	34.11.17	12.11.17	63	36.26.30	26.33.30
23.	15. 5.56	7. 54. 4	35.52.50	12.52.50	64	36.48.44	72.11.16
24.	15.43.59	8. 16. 1	37.35.50	13.35.50	65	37.10.18	27.49.42
25.	16.21.52	8. 38. 8	39.20.26	14.20.26	66	37.31.10	28.28.50
26.	16.59.33	9. 0. 27	41. 6.50	15. 6.50	67	37.51.19	29. 8.41
27.	17.37. 3	9. 22.57	42.55.15	15.55.15	68	38.10.45	29.49.15
28.	18.14.20	9. 45.40	44.45.56	16.45.56	69	38.29.26	30.30.34
29.	18.51.25	10. 8. 35	46.39.12	17.39.12	70	38.47.22	31.12.27
30.	19.28.16	10.31.44	48.35.25	18.35.25	71	39. 4.32	31.55.28
31.	20. 4.54	10.55. 6	50.35. 3	19.35. 3	72	39.20.55	32.39. 5
32.	20.41.17	11.18.43	52.38.38	20.38.38	73	39.36.30	33.23.30
33.	21.17.25	11.42.35	54.46.53	21.46.53	74	39.51.16	34. 8.44
34.	21.53.17	12. 6. 43	57. 0.45	23. 0.45	75	40. 5.13	34.54.47
35.	22.28.53	12.31. 7	59.21.27	24.21.27	76	40.18.20	15.41.40
36.	23. 4. 12	12.55.48	61.50.44	25.50.44	77	40.30.36	36.29.24
37.	23.39.14	13.20.46	64.31. 6	27.31. 6	78	40.41. 0	37.18. 0
38.	24.13.57	13.46. 3	67.26.31	29.26.31	79	40.51.32	38. 7.28
39.	24.48.22	14.11.18	70.43.52	31.43.52	80	41. 2.11	38.57.49
40.	25.22.26	14.37.34	74.37. 7	34.37. 7	81	41.10.57	39.49. 3
41.	25.56.11	15. 3.49	79.45.56	38.45.56	82	41.18.49	40.41.11
41.48.37.			90. 0. 0	48.11.23	83	41.25.46	41.34.14
					84	41.31.49	42.28.11
					85	41.36.56	43.23. 4
					86	41.41. 8	44.18.52
					87	41.44.24	45.15.36
					88	41.46.45	46.13.15
					89	41.48. 9	47.11.51
					90	41.48.37	48.11.23

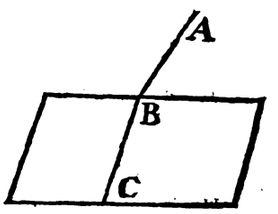
Digitized by Google

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

Refractio fit reciprocè per eosdem radios.

Fiat refractio A B C ab aëre, in aquam, nempè AB sit radius incidens ductus in aëre, & B C ra-



dius refractus in aqua; dico quod si radius luminis ex puncto C, feratur per lineam CB, ulteriusque propagetur in aëre, talem radium refringendum in BA.

Demonstratio. Est eadem differentia inter aëtem, & aquam, quæ intercedit inter aquam & aërē: ergo excessus velocitatis luminis in aëre supta velocitatem quam in aqua obtinet, idem est ac defectus velocitatis radii in aqua, à velocitate quam habet in aëre: ergo quantum sinus inclinationis superat sinum anguli refracti, dum radius incidit ex medio rariori in densius, tantum sinus inclinationis minus est sinu anguli refracti, dum sit transitus à medio densiore in rarius. Sed hoc est vicissim seu reciprocè refractionem fieri per eosdem radios, ergo refractio sua relegit vestigia. Idemque radius qui in prima refractione erat refractus transit in angulum inclinationis.

Favet experientia. Si enim diligenter notetur progressus radii è face prodeuntis & punctum in quod incidit, si fax in eo collocetur, vicissim locus prior facis illuminabitur.

PROPOSITIO IX.

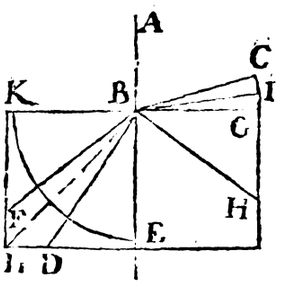
Theorema.

Nullus est angulus inclinationis in raro cui aliquis non respondeat angulus refractus in denso; est tamen aliquis angulus inclinationis in denso, cui nullus competit angulus refractus in raro.

Prima pars propositionis ita ostenditur. Quoties proceditur à raro in densum, toties fit refractio ad perpendicularem, angulusque refractus minor evadit angulo inclinationis, qui semper est minor recto, ergo angulus refractus multò minor erit recto.

At verò cum proceditur à denso in rarum, quia tunc refractio fit à perpendiculari, radius refractus major est angulo inclinationis; ergo si angulus inclinationis sit rectus aut ferè rectus, angulus refractus est major recto. Sed si sit major recto, non egredietur è corpore denso, ergo alicui angulo inclinationis in medio denso, nullus respondet angulus refractus in raro.

Ut autem melius hanc propositionem oculis subjiciamus, supponamus rationem sinus anguli inclinationis in aëre, ad sinum anguli refracti in aqua, esse ut 5. ad 4. supponatur angulus inclinationis ABI esse ferè rectus, ita ut vix physicè de-



ficiat à recto, ejus sinus erit 10000000. cujus si sumantur quatuor quintæ, habebimus 8000000. pro sinu anguli refracti IBE, graduum 41. min. 8. & cum refractio sit reciproca, si lucidum agat per lineam IB, ejus angulus refractus ferè rectus erit. Quare si ponatur lucidum in F, agatque per lineam FB, ita ut angulus inclinationis FBE, sit 60 graduum, cujus sinus sit 8660254. Si fiat ut 4 ad 5. ita hic numerus ad quartum, invenies 10825317. numerum majorem recto, quare radius non egredietur, sed manebit in corpore denso.

Hæc species refractionis etiam veteribus incognita non fuit, nam Vitello & Alhazen, nonnunquam ponunt angulum refractum majorem recto. Utrum autem hæc refractio debeat vocari refractio, est quæstio de voce.

COROLLARIUM I.

Radius perpendicularis non refringitur, quia nulla est ratio cur potius in unam partem deflectat quam in aliam. Ut autem perpendicularis censeatur ad lineam curvam CBD, debet esse perpendicularis ad tangentem EF, & consequenter si linea curva fuerit circularis, linea ad eam perpendicularis, transit per ejus centrum.

COROLLARIUM II.

Majori angulo inclinationis major respondet angulus refractus, cum enim eadem semper sit ratio sinus anguli inclinationis ad sinum anguli refracti, ubi primus major erit & consequenter majorem sinum habebit: alter etiam majorem sinum habens major erit.

PROPOSITIO X.

Theorema.

Refractio nec vivida est, nec ordinata nisi utriusque diaphani superficies fuerit polita.

Præter experientiam quæ omnibus obvia est, aliquid addendum censeo, ut illius rationem aliquam ex refractionis natura petitam assignemus.

Certum est crystallum etiam perfectissimam, omnique carentem nævo, vix pellucidam, aut diaphanam esse, nec magis lumen admittere, quam charta, aut etiam quam cæteri lapides si politura careat. Ex quo licèt concludere, diaphaneitatem non in qualitate superaddita, sed in figuræ uniformitate quam politura inducit, saltem ex parte, positam esse. Ratio videtur esse quod crystallus impolita facieculis diversimodè inclinatis exasperetur, quæ sicut inordinatè & quasi in omnem

Digitized by Google

partem lumen remittunt, ita etiam inordinatè illud refringant, quæ quidem in genere dici possunt, omnique omnino hypothesi accommodari; singulæ tamen opiniones suas etiam rationes habent scitu dignas.

Qui enim lumen tanquam flammulam considerant, quam per poros diaphani sese insinuare agnoscunt, asserunt etiam consequenter in crystallo impolita pororum labella, seu oscula, non esse usque adeo derasa, & circumquaque præcisa. Ex quo fit, ut lux incidens, sæpè retardetur aut aliò deflectat, quam refractionis leges aut totius crystalli superficies, per modum unius spectata videatur exigere. Quæ ratio tam de lumine corpus durum subeunte, quem de eodem ex denso erumpente intelligi debet. Cum enim aër sit maximè fluidus, corporis duri scabritiem sequetur, eique se conformabit.

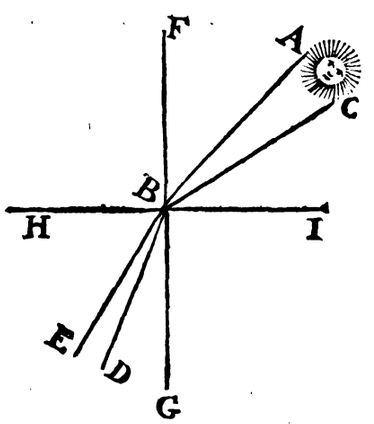
Ex his rationem reddes, cur cancelli papyracei, minus luminis ei parti, quæ directè seu per lineam rectam luminoso respondet, affundant, quam si vitrei essent. Quia nempè charta licèt inuncta oleo, scabritiem retinet, parteſque non satis cohærentes habet, ideoque lumen etiam transmissum in omnem partem, inordinatè prout scilicèt tulerint ejus facieculæ refringat, & dispergat. Oleum autem cum facieculas illas, complanet, porosque impleat, multum ad perspicuitatem conferre potest.

PROPOSITIO XI.

Theorema.

Duo radii in idem secundi diaphani punctum incidentes, refracti se intersecant.

Radii AB, CB à duobus punctis A & C lucidi aut ex duobus objectis, prodeant, & in idem secundi diaphani punctum B incidant, dico eos per refractionem ita detorquendos, ut se intersecent, situmque alternent. Nempè radio incidenti AB, respondeat refractus BD, & incidenti CB competat refractus BE.



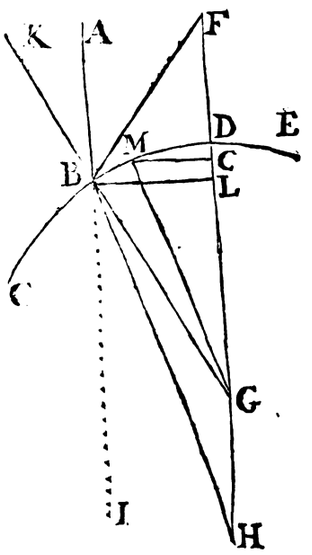
Demonstratio. Angulus ABF supponitur minor angulo CBF, ergo ejus sinus minor erit, sed (*per primam hujus*) ut sinus angulorum inclinationis, ita sinus angulorum refractorum, ergo ABF minor angulus inclinationis, minorem angulum refractum DBG sibi vendicabit, & major CBF, majorem EBG, quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XII.

Theorema.

Radii paralleli axi sphæræ densioris, & in ejus superficiem incidentes, cum axe ultra centrum concurrunt.

Radius luminis AB, parallelus axi DH seu diametro sphæræ densioris BCD, incidat ex aëre in ejus superficiem, dico fore ut vi refractionis in puncto B factæ, ita detorqueatur, ut si continuetur, concurrat cum eodem axe DH, in puncto H, ultra G centrum sphæræ posito. Ducatur linea GBK.



Demonstratio. Linea GBK, ducta ex centro sphæræ G, perpendicularis est ad ejus superficiem, idcóque angulus ABK erit angulus inclinationis, cui æqualis est ad verticem angulus GBI. Sed (*per suppositionem primam,*) quoties radius obliquè incidit à medio rariori in superficiem medii densioris, fit refractio ad perpendicularem, anguluſque refractus minor est angulo inclinationis. Ergo radius refractus cadet inter BI, & BG, & cum lineæ BI, DH sint parallelæ, radius BH concurret cum axe infra centrum G, quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

In tali casu angulus BHG æqualis est angulo refractionis IBH, cum sint alterni in parallelis.

PROPOSITIO XIII.

Theorema.

Radius axi parallelus, erumpens ex medio densiori sphærico, in rarius; vi refractionis cum axe concurrit.

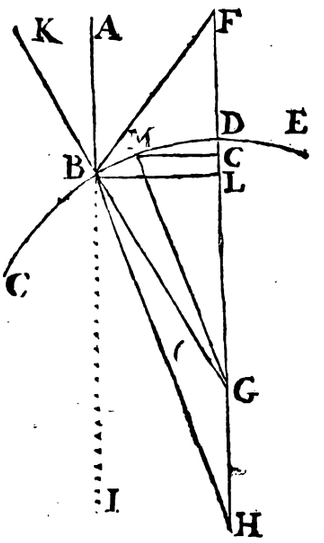
Vide figuram præcedentem.

Radius IB axi DH sphærici densioris BDE, parallelus, erumpat in aërem, dico fore ut non rectà pocedat in BA, sed deflectat concurratque cum axe HD, producto.

Demonstratio. Linea GBK, ex centro G ducta perpendi

Digitized by Google

perpendicularis est superficiei sphærici BDE; ergo inclinationis angulus IBG, cui æqualis est



oppositus ad verticem ABK, sed quoties fit transitus à densiori ad rarius, toties refractio fit à perpendiculari, hoc est radius refractus recedit à perpendiculari, angulusque refractus major est inclinationis angulo, fiet ergo angulus K B F, major angulo KBA, sunt autem ABI & DH parallelæ: ergo radius refractus BF, cum diametro DH producta concurret.

PROPOSITIO XIV.

Theorema.

Ita est sinus anguli refractionis ad sinum anguli inclinationis, ut semidiameter sphærici densi ad radium refractum.

Vide figuram præcedentem.

Supponitur radius AB incidens ex raro in convexam superficiem sphærici BDE, esse axi parallelus qui concurrat cum axe in puncto E. Dico ita esse sinum anguli refractionis ad sinum anguli inclinationis, sicut semidiameter GB ad BH radium refractum.

Demonstratio. Cum lineæ AB, DH sint parallelæ, erunt anguli ABK, DGB, æquales, (*per* 30.1.) quare angulus DGB est æqualis angulo inclinationis, ejus autem sinus est idem ad sinus anguli obtusi BGH. Vidimus item angulum BHG esse æqualem angulo refractionis: sed in triangulo BGH ita est sinus anguli BGH ad sinum anguli obtusi BHG, ut BG ad GH. Ergo ita est sinus anguli refractionis ad sinum anguli inclinationis, ut semidiameter BG ad radium refractum BH; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

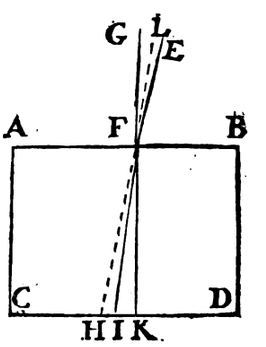
Cum sinus anguli refractionis, ad sinum anguli inclinationis in vitro sit ut 1. ad 3. saltem initio quadrantis, seu ad vigesimum gradum, ideo radius B H erit triplus diametri, hoc est vi primæ refractionis uniretur radius ad sesquidiametrum. Quod autem res ita se habeat, etiam ex superioribus tabulis satis putet. Nam angulo inclinationis novem graduum respondet refractus 5.59. eritque differentia eorum angulus refractionis 3. graduum & unius minuti. Si sumatur inclinatio graduum 15. invenitur angulus refractus 9. 56. refractio 5. graduum & 5 minutorum. Unde vides deficere quinque minuta. Si verò assumeretur inclinatio 30 graduum angulus refractus esset 19. 28. & refractio gr. 10. 32. unde vides defectum minutorum 32. sinus item quos spectare potius debemus paulò magis ab hac regula deficiunt. Nam sinus graduum 3. & min. 1 est 5233.60. qui triplicatus dat 15700.80. Sinus autem angul inovem graduum est 15643. Si ergo reducantur ad minores numeros, ut præcisè sinus anguli refractionis esset tertia pars, sinus anguli inclinationis deberet hic ultimus esse 157. cum tamen sit tantum $156\frac{1}{2}$. Pariter posita inclinatione 15. graduum cui respondet in tabula angulus refractus 9. 56. refractionis angulus 5. 4. cujus sinus 883. triplicatus est 265. sinus autem graduum 15. erit 259. quare possumus facilè assumere tanquam verum quod angulus refractionis sit tertia pars anguli inclinationis saltem ad 20 graduum. Immò quod sinus anguli refractionis sit tantisper paulò major quam tertia pars anguli inclinationis.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

In egressu à vitro in aërem, angulus refractionis est semissis anguli inclinationis.

Supponatur in vitri A B D superficiem AB incidere radius EF, qui productus nisi intercedet refractio procederet in FH, sed qui refringatur in I eritque refractio H F I, graduum 3.20. min. Si inclinatio GFE sit 10 graduum, dico in egressu à vitro in aërem angulum refractionis obtinere mediam partem anguli inclinationis.



Demonstratio. Refractio sit reciprocè per eosdem radios; ergo si ponatur luminosum I, sitque radius incidens I F, & inclinatio sit IFK, 6 graduum, & 40 minutorum, radius refractus FE, & angulus refractus G F E 10 graduum, producatur I F *in* L, eritque angulus G F L æqualis opposito ad verticem I F K graduum 6.40. qui sublatus ex angulo G F E 10 graduum relinquit refractionis angulum LFE, graduum 3.20. ergo in egressu à vitro in aërem refractio est semissis anguli inclinationis; quod erat demonstrandum.

Digitized by Google

COROLLARIUM.

Assumemus deinceps quod dum radius ab aëre in vitrum progreditur, saltem usque ad decimum inclinationis gradum, angulus inclinationis sit anguli refracti duplus, & anguli refractionis triplus. In egressu verò à vitro in aërem angulus inclinationis sit duplus anguli refractionis. Angulus verò refractus sit anguli inclinationis sesquialter, & anguli refractionis triplus.

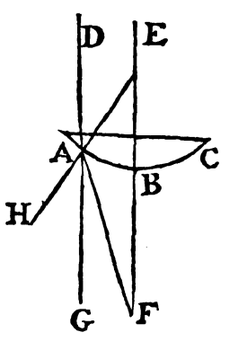
PROPOSITIO XVI.

Thorema.

In semilente plano-convexa, plano ad luminosum obverso Radii axi paralleli, cum eo in extremitate diametri concurrunt.

Radiorum axi parallelorum unionem hactenus consideravimus, secundum unicam tantum refractionem, supposito scilicet, quod continuaretur idem corpus, sine ulla nova refractione. Nunc verò ad praxin descendimus easque præcipuè figuras inspicimus, quas adhibere solet dioptrica, aut quas vitro possunt artifices inducere.

Sit ergo semi lens plano-convexa ABC, cujus plana superficies ABC ad solem obvertatur, sitque



DA radius axi parallelus, dico eum vi refractionis ita detorquendum, ut linea BF, seu AF, (nam in ista materia crassities vitri, quæ communiter modica est negligitur) sit æqualis diametro. Sit punctum E centrum convexitatis ABC, ducaturque EAH. Suppono autem arcum BA non excedere decem gradus.

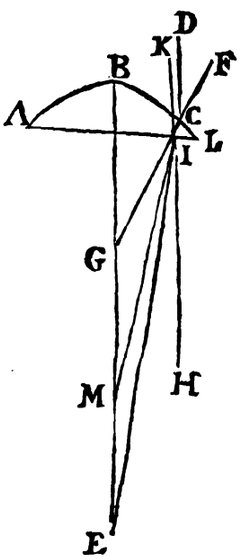
Demonstratio. Radius DA, in ingressu superficiei planæ, in quam perpendiculariter incidit ex suppositione non frangitur, quare sola restat refractio, quam in egressu vitri patitur. Cum ergo linea E A H sit perpendicularis ad superficiem convexam ABC, utpote ex ejus centro ducta, erit angulus D A E inclinatio cui æqualis est alternus AEB, & angulus GAF erit refractio. Sed (*per præcedentem*) sinus anguli refractionis est semissis sinus anguli inclinationis; ergo sinus anguli GAF, & illi æqualis A F B, erit semissis sinus anguli AEB. Sed ut in triangulo AEF ita sunt latera, ut sinus angulorum oppositorum: ergo A F est dupla ipsius AE, sed AE est semidiameter: ergo AF est æqualis diametro, & nulla habita ratione crassitiei lentis omnes radii paralleli axi, & non distantes ab eo plusquam decem gradibus, colligentur in puncto F distante à lente, diametro integra. Hoc punctum concursûs radiorum vocetur focus, eò quòd radii solares hoc modo lente convexa collecti ignem producunt.

PROPOSITIO XVII.

Theorema.

Convexitate semilentis ad solem obversâ Radii axi paralleli cum eo uniuntur ad distantiam diametri.

Ejusdem lentis convexitate ABC ad solem obversâ, dico radios axi B G parallelos verbi gratiâ DC duplicem refractionem passos, unam quidem in ingressu vitri in puncto C, aliam verò in egressu in puncto I, ita detorqueri, ut conveniant cum axe in puncto M, sitque linea CM, aut BM æqualis diametro lentis. Ex centro E convexitatis ABC, ducatur linea ECF, quæ perpendicularis erit ad eam. Ducatur item H I K perpendicularis ad superficiem planam AL.



Demonstratio. Primò vi primæ refractionis factæ in ingressu vitri, dirigitur radius ad punctum E, estque CE æqualis sesquidiametro (*per coroll.* 13.) si nempè nulla nova refractio *in egressu* vitri accideret, seu in puncto I. *Sed nova* accidit in puncto I, estque inclinatio angulus CIK, cui opponitur ad verticem HIE, & hic æqualis alterno IEM. Detorqueatur radius in IM, eritque refractionis angulus EIM, cujus sinus est semissis sinus anguli inclinationis, ut illi æqualis I E M. Ergo sinus anguli I E M duplus est sinus anguli MIE. Sed in triangulo MIE, ita sunt latera sicut sinus angulorum oppositorum, ergo linea MI, seu neglecta crassitie lentis linea M C aut etiam MB, est dupla lineæ ME, sed linea BE, erat sesquidiameter (*per* 13.) ergo linea MB erit diameter, quod erat demonstrandum.

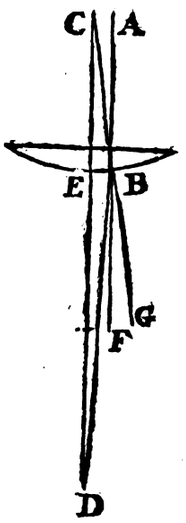
COROLLARIUM.

Quia hæc radiorum unio ad distantiam diametri in semilentibus convexis, non tantum ratiocinio, sed etiam experientia indubitata, ita ut assumatur tanquam indubitatum ab omnibus artificibus, qui in lentibus elaborandis versati *sunt*, ideo per regressum incipiendo ab *experientia*, possumus invenire, quam proportionem habeat sinus

Digitized by Google

ſinus anguli inclinationis, ad ſinum anguli refracti, quos duos ſinus potius ſpectare debemus, quam quoſcumque alios, eò quòd ut demonſtravimus in iiſdem mediis eadem conſtans perſeveret proportio horum ſinuum, in omni omnino refractione.

Conſideremus ergo unicam refractionem, ideoque planam ſemilentis ſuperficiem obvertamus ad ſolem, ſitque radius incidens AB, ſitque inclinatio, nempè angulus CBA, & alternus CBE, & ar-



cus EB quinque graduum. Innoteſcet hoc modo proportio ſinus inclinationis ad ſinum anguli refracti, eſt autem angulus refractus GBD eundem ſinum habens, ac ejus ſupplementum DBC, ſed in triangulo CBD latus CB eſt ſemidiameter, & DE æqualis diametro, ut experientia oſtendit. Eritque CD, ſeſquialtera ipſius DB, ſed ut latera ita ſinus angulorum oppoſitorum (*per* 1. *trigonometriæ*) ergo ſinus anguli C, ſeu inclinationis duas tertias obtinet ſinus anguli refracti in egreſſu ex vitro in aërem. Quia autem reciprocè fit refractio, ſi lucidum ponatur in D, quod radiet per DB, refringetur in BA, eritque angulus DBG inclinationis, & angulus CBA ſeu angulus C refractus, ergo in ingreſſu vitri ſinus anguli inclinationis eſt ſeſquialter ſinus anguli refracti. Ex quo deinde tabulam conficiemus.

PROPOSITIO XVIII.

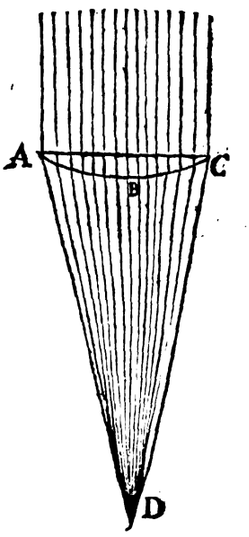
Theorema.

Lente plano-convexa ignem poſſibile eſt generari.

Semilens ABC, cujus ſinguli arcus AB, BC non ſuperent 20 gradus, exponatur ſoli verbi gratia ſecundum planam ſuperficiem. Dico ſi ſit ſatis magna, ignem accendendum in puncto D, ab ea diſtante diametro integra.

Demonſtratio. Omnes radii à centro ſolis prodeuntes, ſunt phyſicè paralleli inter ſe, poteritque ita ſoli objici ſemilens ABC ut ſint axi BD paralleli. Sed hi radii omnes uniuntur in puncto D, (*per* 15. *&* 16. *hujus*) ſed plures radii hoc modo collecti, fiunt robuſtiores, ſeipſis ſeparatis, ergo ſi plures colliguntur ſufficient ad comburendum.

Notandum autem non omnes radios à ſole prodeuntes, eſſe inter ſe parallelos, ſed tantum eos qui ab eodem ſolis puncto proficiſcuntur, atque



adeo eos ſolos in unum punctum confluere. Hinc fit ut punctum foci aliquod ſpatium determinatæ magnitudinis ſibi vendicet.

Idem eveniet ſi ſuperficies convexa ad ſolem obvertatur, ejuſque radios prima excipiat.

PROPOSITIO XIX.

Theorema.

Si lucidum in puncto foci collocetur, Radii à ſemilente refringentur paralleli.

Vide figuram præcedentem.

Statuatur facis flamma in D puncto foci, hoc eſt ita ut diſtet à ſemilente tota diametro, dico radios omnes ab ea in ſemilentem incidentes refringi parallelos.

Demonſtratio. Refractio fit reciprocè per eaſdem lineas (*ex* 7. *hujus*) ſed radii parallexi axi refringuntur in AD, BD, CD; ergo viciſſim radii DA, DB, DC remittentur paralleli, ſeu idem iter remetientur, quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XX.

Theorema.

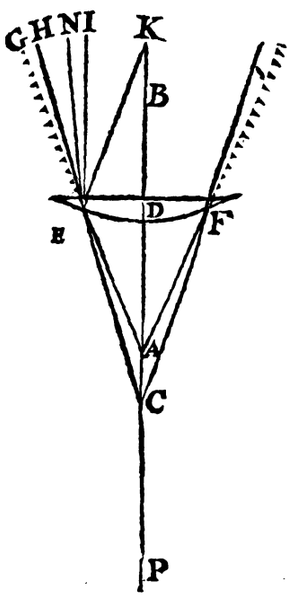
Si lucidum minus diſtet à ſemilente plano convexa quam ejus diametro, radii in eam incidentes per refractionem divergent, minus tamen quam lente ſublatâ.

Lucidum A, in axe AB poſitum, minus à ſemilente diſtet quam tota diametro, hoc eſt AD; ſit minor lineâ DC, quæ ſit æqualis diametro convexitatis D F. Dico, radium quemcumque AE, ita refringendum, ut divergat ſeu recedat ab axe; procedatque inter lineam EG, & E I axi parallelam.

Demonſtratio. Si lucidum eſſet in puncto C, radius C E, refringeretur in radium E I parallelum axi; ſed (*per* 10. *hujus*) radii à duobus punctis prodeuntes ſe interſecant refractè. Ergo radius

Digitized by Google

AE, poſt refractionem recedet à radio E I, nonnis, omnes radii in eodem phyſicè puncto concurrent. tamen coincidet cum EG, alioquin nullam, pate-



retur refractionem, quam tamen pati debet accedendo ad perpendicularem E K, ductam ſcilicèt à puncto K, centro convexitatis. Igitur radius refractus erit inter EI, & EG.

COROLLARIUM I.

Lucidum vicinius lenti, quam focus, ita radiat refractè per lentem, ac radiaret directè, ſi magis diſtaret quam focus. Ut ſi radius E H ſit refractus reſpondens incidenti AE, & productus concurrat cum axè in P. Lucidum in A, ita radiat per refractionem, ac ſi exiſtens in P, radiaret directè ſine ulla refractione.

COROLLARIUM II.

Si radii incidentes in lentem convergant ad aliquod punctum diametri remotius foco, verbi gratia EH dirigatur ad punctum P, vi refractionis in ſemilente convexa, unientur in puncto A inter focum C & lentem.

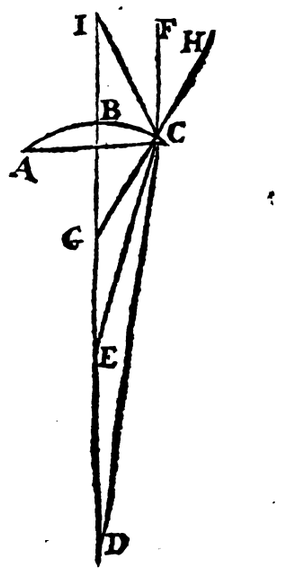
PROPOSITIO XXI.

Theorema.

Lucidi ultra focum in axe poſiti radii, cum axe concurrunt.

Lucidum D in axe B D poſitum ſit ultra focum E, hoc magis diſtet à ſemilente quam diametro E B, dico ejus quemcumque radium DC, ita per refractionem detorquendum ut cum axe DI concurrat.

Demonſtratio. Si alterum lucidum ſit in puncto E, ejus radius EC, refringetur in radium C E axi parallelum. Sed (*per* 10.) radii incidentes in idem ſecundi diaphani punctum per refractionem ſe interſecant, ergo radius refractus incidenti DC reſpondens, non coincidet cum C F parallelo axi, ſed cum eo concurret, in puncto G. Quia autem uſque ad vigeſimum gradum, ſemper eadem eſt ratio anguli inclinationis, & refractio-



COROLLARIUM.

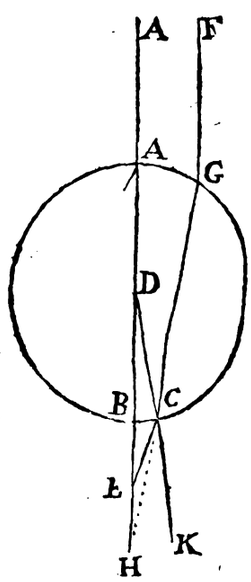
Quò lucidum magis diſtabit à lente, eò radii in puncto viciniori concurrent.

PROPOSITIO XXII.

Theorema.

Sphæra vitrea radios ſolares axi parallelos unit ad diſtantiam quartæ partis diametri.

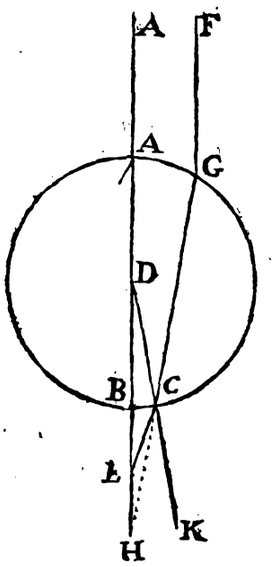
Sphæra vitrea *ABC* ſoli exponatur, ſitque radius à ſole per centrum ejus ductus ADH, alius



radius F G ab eodem ſolis puncto, atque adeo propter immenſam ſolis diſtantiam priori parallelus. Sit BE æqualis quartæ partis diametri; dico radium FG, per duplicem refractionem ita detorquendum, ut uniatur cum radio ADH in puncto E. Sit BH æqualis ſemidiametro. Quia vi primæ refractionis quæ fit in puncto G, radius dirigitur ad punctum H, nempè ad ſeſquidiametrum (*per corol.* 13.) hic radius ad punctum H directus ſecet circum

Digitized by Google

circumferentiam in puncto C, ducaturque linea D C K.



Demonstratio. Angulus DCK est angulus inclinationis cui æqualis est oppositus ad verticem HCK sed H C K est æqualis duobus internis C. & H, qui æquales sunt cum lineæ DC, CH supponantur æquales, saltem physicè, ergo angulus H erit media pars anguli H C K, sed pariter refractionis angulus E C H; in egressu à vitro in aërem est semissis anguli inclinationis (*per 14. hujus*) ergo anguli H. & ECH sunt æquales, & (*per 5.1.*) lineæ E C, E H sunt æquales eritque consequenter E H paulò major quam EB, & BE erit paulò minor quarta parte diametri, quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

In sphæra vitrea aquâ plena aliter se res habet, neque enim refractiones in aqua, æquales sunt refractionibus in vitro. Nam vi primæ refractionis unitur radius ad duplam diametrum, & vi secundæ ad tertiam partem diametri.

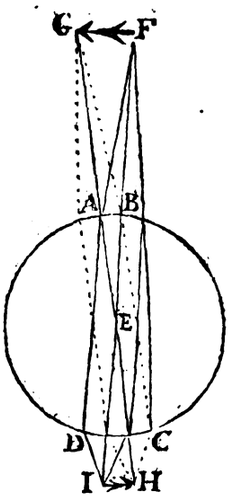
PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

Sphæra vitrea, objecta remota exhibet ad distantiam quartæ partis diametri.

Objectum GF, ita dissitum, ut radii ab eodem ejus puncto in sphæram vitream incidentes, pro physicè parallelis assumi possint, radiet in sphæram vitream A B C D; dico fore ut talis objecti imago inverso situ post sphæram vitream efformetur. Ex punctis F & G aliisque omnibus intelligantur radii G E H, F E I. per centrum E transeuntes.

Demonstratio. Vivida, & distincta erit imago, si plures radii ad eandem objecti partem pertinentes in eodem puncto concurrant, nullique alii cum iis misceantur, sed si objiciatur sphæra vitrea id accidet. Nam cum omnes radii à puncto G, in sphæram incidentes ob maximam distantiam pro parallelis sumi possint; unientur omnes in axe GEH, in quarta parte diametri (*per præcedentem*) idem accidet radiis à puncto F, in sphæram incidentibus qui unientur in puncto, idem dicendum



est de aliis omnibus punctis: ergo verè vivida erit imago à pluribus scilicèt radiis formata, & distincta, quod erat demonstrandum.

Quia tamen non omnes radii axi paralleli in idem ejus punctum confluunt, sed tantum hinc inde usque ad vigesimum, ideò si tota sphæra detegatur, non vitabitur confusio.

COROLLARIUM I.

Si objectum esset HI, imago esset GF. Ideoque sicut objecti magni, sed distantis, imago fit parva, ita etiam objecti parvi, sed vicini, imago fit magna.

COROLLARIUM II.

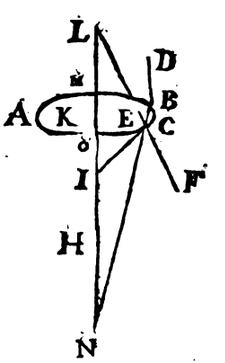
Ut distantia objecti dissiti à centro lentis, ad tres quartas diametri, ita diameter objecti ad diametrum imaginis. Nempè triangula GEF, HEI sunt æquiangula; eritque ut GE, ad EH ita GF, ad HI. Hinc si accedat objectum recedet imago.

PROPOSITIO XXIV.

Theorema.

Lens utrinque æqualiter convexa, unit radios axi parallelos, circa centrum suæ convexitatis.

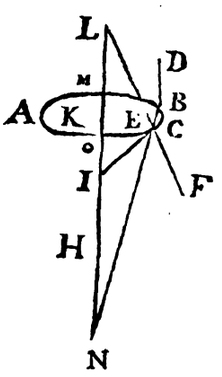
In lentem æqualiter convexam, seu compositam ex segmentis æqualium sphærarum, incidat radius DB axi MN parallelus, sitque punctum I,



centrum convexitatis A B C; dico radium A B, concursurum cum axe M N in puncto I. Sit

I punctum

punctum L centrum convexitatis A K C, ſintque MI, IH, HN æquales, ducaturque LEF.



Demonſtratio. Radius D B vi primæ refractionis, ſeu in ingreſſu lentis, detorquetur ad ſeſquidiametrum ſeu ad punctum N, (*per coroll.* 13.) ducta autem linea L E F angulus inclinationis eſt BEL, cui æqualis eſt oppoſitus ad verticem FEN, hic autem F E N duobus internis L, N æqualis eſt (*per* 32. 1.) quia autem ſi non habeatur ratio craſſitiei lentis, quæ ut plurimum eſt nihili linea LN eſt lineæ LE quadrupla. Ut autem latera trianguli LNE, ita ſinus angulorum oppoſitorum; ergo ſinus anguli NEL, ſeu NEF, quadruplus eſt ſinûs anguli N. Sed in triangulo NIE, cum latus NI duplus ſit lateris IE, ſinus anguli IEN, duplus erit ſinus anguli N, ſed ſinus anguli inclinationis FEN, erat ejuſdem quadruplus, ergo ſinus anguli FEN eſt duplus ſinus anguli IEN. Ergo IEN eſt verus angulus refractionis, qui tali inclinationi competit ut vidimus, ergo refractio detorquebit radium BE, in punctum I centrum convexitatis; quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM.

Semi-lens plano convexa minoris ſphæræ, æquivalet lenti integræ ſphæræ duplo majoris.

Nam ſi detur ſemilens plano convexa, ſitque ſemidiameter convexitatis, unius ſemipedis, uniet radios in extremitate diametri, ſeu in diſtantia unius pedis. Si detur lens integra cujus ſemidiameter convexitatis ſit unius pedis, uniet radios in extremitate ſemidiametri ſeu ad diſtantiam unius pedis.

Cæteris tamen paribus ſatiùs eſt uti convexo-convexa, quam plano convexa, quia cum convexo-convexa ſit majoris ſphæræ portio, pauciores ſub eadem magnitudine ejus gradus continebit atque adeo exactius radios parallelos in eodem axis puncto colliget.

PROPOSITIO XXV.

Problema.

Lentis convexo-convexæ, etiam inæqualium ſphæricitatum, focum determinare.

Vide figuram præcedentem.

Proponatur lens convexo-convexa A B C O, æqualium, aut inæqualium ſphæricitatum, cujus focus determinandus ſit I M ſemidiameter ſphæricitatis ABC, quæ ad lucidum obvertitur triplici citer, ſitque M N. Ductâ DB parallela axi jungatur BN ſecans convexitatem KOC in puncto E, tum ex centro L ducatur LEF, fiatque angulus NEI ſemiſſis anguli FEN, dico punctum I eſſe focum hujus lentis.

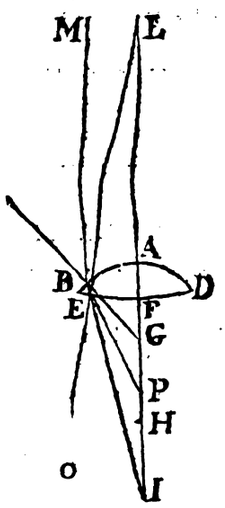
Demonſtratio. (*per cor.* 13.) vi primæ refractionis radius dirigitur ad ſeſquidiametrum convexitatis in quam incidit, ſed MN ſupponitur tripla ſemidiametri; ergo radius D B vi primæ refractionis dirigitur ad punctum N. Sed in egreſſu vitri angulus refractionis eſt ſemiſſis anguli inclinationis, (*per* 14.) inclinatio autem eſt angulus BEL, cui oppoſitus FEN, æqualis. Fecimus autem angulum NEI dimidium anguli FEN; ergo radius luminis verè detorquetur in punctum I, quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XXVI.

Theorema.

Ut aggregatum ſemidiametrorum convexitatum ad ſemidiametrum obverſa ad lucidum; ita diameter reliquæ ad diſtantiam foci.

Proponitur lens convexo-convexa BADF, cujus convexitas BAD ad lucidum obvertitur, hoc



eſt excipit radium MB axi parallelum. Sit AG ejus ſemidiameter, ſit item L F, ſemidiameter alterius convexitatis, & neglecta lentis craſſitie ſit L G aggregatum ſemidiametrorum; dico ita eſſe hoc aggregatum LG ad AG, ſicut dupla LF ad AP diſtantiam foci. Sit AI tripla AG, vi primæ refractionis radius MB detorquetur in I, eſtque in ſecunda refractione B E L angulus inclinationis, cui eſt æqualis OEI, & angulus refractionis IEP eſt ejus ſemiſſis, ſeu melius ſinus anguli IEP eſt ſemiſſis anguli O E I.

Demonſtratio. Ita eſt in triangulo LEI, ſinus anguli I, ad ſinum anguli IEL, ſeu OEI. ut LE ſeu LF, ad LI; & ita conſequenter erit ſinus anguli I, ad dimidium ſinum anguli OEI, ſeu ad ſinum refractionis IEP, ut dupla LF ad LI. Perinde enim eſt minuere conſequens & augere antecedens. Sed ut ſinus anguli I ad ſinum anguli IEP, ita eſt PE, ſeu AP ad PI. Ergo ita erit dupla LF, ad LI, ut AP ad PI. Et componendo ita erit

dupla

Digitized by Google

ſupla LF cum LI ad duplam LF, ut AI ſeu tripla AG ad AP. Sed dupla LF, cum LI, continet ter LF, & AI, ſeu ter AG; ergo ita erit ter AF cum ter AG, ad duplam AF, ut ter AG ad AP, ergo ita erit ſimplex AF cum AG, ad duplam AF, ut ſimplex AG ad AP, ſeu alternando ita erit aggregatum ex AF & AG ad AG, ut dupla AF ad AP; quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

In lentibus convexo-convexis quibuſcumque eadem eſt foci diſtantia, quamcumque convexitatem ad lucidum obvertas.

Supponatur unius convexitatis ſemidiameter eſſe A, & alterius B.

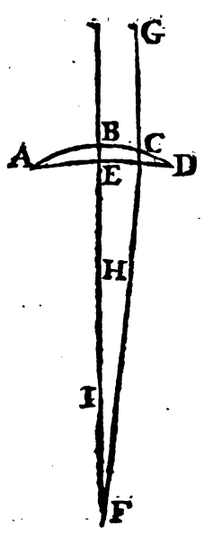
Demonſtratio. Si faciem A obvertas ad lucidum, ita erit AB ad A, ut 2 B ad diſtantiam foci. ergo rectangulum ſub AB, & foci diſtantia, æquale eſt rectangulo ſub A & 2 B. Si verò faciem B ad lucidum obvertas, ita erit AB ad B, ut 2A ad diſtantiam foci, & pariter rectangulum ſub AB & diſtantia foci æquatur rectangulo ſub B & 2 A. Sed rectangulum ſub 2A & B, æquatur rectangulo ſub 2 B & A, cum utrumque duplum ſit rectanguli ſub AB. Ergo in utroque caſu eſt idem rectangulum ſub AB & diſtantia foci, quod diviſum per AB, exhibet eandem foci diſtantiam.

PROPOSITIO XXVIII.

Theorema.

Lunula ſeu meniſcus habens diametrum concavitatis triplum diametri convexitatis, focum habet diſtantem ſemidiametro concavitatis.

Sit meniſcus ſeu lens convexo concava, ſitque concavitatis ſemidiameter FB, tripla convexitatis



ſemidiametro HB. Dico radium GC axi parallelum, vi refractionis detorquendum in F.

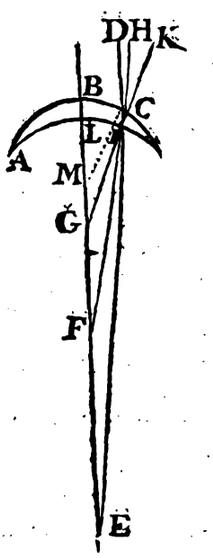
Demonſtratio. Radius GC vi primæ refractionis factus in puncto C (*per coroll.* 13.) detorquebitur ita ut tendat ad punctum F. Quod cum ſupponatur eſſe centrum concavitatis E D, linea CF ad eam erit perpendicularis, ergo in egreſſu è lente nullam patietur refractionem, ergo rectà tender ad F; quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XXIX.

Problema.

Datâ convexitate, invenire concavitatem quæ illi addita meniſcum faciat determinati foci.

Proponatur convexitas ABC, cujus ſemidiameter MB, & BF ſit illius tripla, quæritur concavi-



tas, quæ addita faciat meniſcum foci E, hoc eſt quæ radium axi parallelum refringat in E. Ducto radio DC, parallelo axi, ducatur linea CF, in qua ſeligatur punctum I à quo ducatur IF, fiatque angulus FIG, anguli FIE duplus; dico ſi ex G intervallo FI deſcribatur circulus A L I formandam meniſcum, cujus focus erit in puncto E.

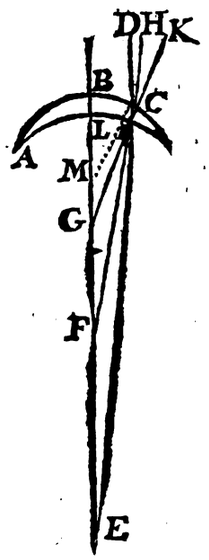
Demonſtratio. Cum vi primæ refractionis radius DC dirigatur ad punctum F (*per coroll.* 13.) radius CI erit incidens reſpectu ſecundæ refractionis, & angulus inclinationis erit HIK, cum linea GK, ex centro G ducta ſit perpendicularis ad concavitatem A L I. Huic autem angulo H I K æqualis eſt oppoſitus GIF, qui factus eſt duplus anguli FIE, ſed (*per* 14.) in egreſſu è vitro refractionis angulus eſt ſemiſſis inclinationis, ergo angulus F I E eſt legitima refractio, radiuſque detorquebitur in E; quod demonſtrandum erat.

COROLLARIUM.

Trigonometricè hoc problema ſoluitur. Supponatur MB eſſe 6 digitorum, & BF illius triplam 18, quæritur focus E, ita ut BE ſit digitorum 24. In triangulo F I E habentur omnia latera, nam FI eſt proximè 18. FE 6. EC 24. Eſt autem ut latus EI 24 ad latus FE 6, ita ſinus anguli I F E ad ſinum anguli F I E, nempè ut 24 ad 6. & ſinus anguli G I F eſt duplus F I E. Ergo erit 12; ſed ut ſinus anguli G I F ad ſinum anguli G F I, ſeu ſupplementi I F E, ita latus GF

Digitized by Google

ad GI, ergo GI erit media pars lineæ GI seu GB. Quare si *FB* esset digitorum 18. erit GB digitorum 12.



Hæc propositio potest esse utilis in elaborandis lentibus, ita ut sub eadem convexitate focum cujuscumque distantiæ habere possimus: ita si convexitati cujus semidiameter sit 6 pedum, semidiameter convexitatis pedum 18. dat distantiam foci pedum 18.

Semidiameter concavitatis 12 pedum dat foci distantiam pedum 24.

Semidiameter concavitatis 10. dat foci distantiam pedum 30.

Semidiameter concavitatis pedum 9, dat foci distantiam 36.

Semidiameter concavitatis pedum $8\frac{5}{16}$ dat foci distantiam 42.

Semid. conc. pedum $7\frac{3}{7}$ dat foci distantiam pedum 48.

Semidiameter conc. pedum $7\frac{1}{2}$ dat foci distantiam pedum 60.

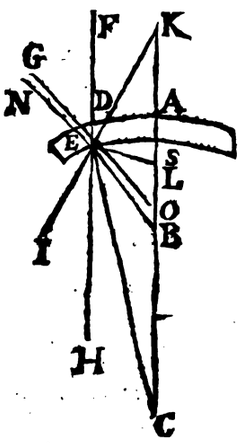
In hoc tamen negotio mediocritas tenenda est. Licèt enim verum sit, quod lentes minoris sphæræ facilius elaborentur, ne tamen pro foco valdè distante, ne fiant lentes seu menisci convexitatis nimis acutæ ut vocant, seu minoris sphæræ. Cum enim lentes majoris foci, magis etiam aperiri debeant, ut nempè sufficientes radios excipiant, & objectum satis illuminatum excipiant, periculum esset si minorem haberent convexitatem, ne apertæ ut par est radios exciperent nimis ab axe distantes, qui consequenter cum axe non unirentur præcisè in eodem puncto. Meniscus tamen cujus convexitatis semidiameter esset 6 pedum, & quæ focum haberet distantem pedibus 60, posset aperiri ad quinque digitos, & radii extremi ab axe distarent duobus circiter gradibus hinc inde, atque adeò non puto ullam inde sequi confusionem.

PROPOSITIO XXX.

Theorema.

Meniscus æqualis convexitatis, & concavitatis inutilis est, nullumque habet focum.

Sit meniscus DA convexitas adæquet concavitatem, sitque convexitatis semidiameter ⊙A, concavitatis illi æqualis BS, dico hanc meniscum inutilem esse. Hoc est radios parallelos axi restituere parallelos. Sit enim talis radius FD. Ducatur ex centro convexitatis O linea ODG.



Demonstratio. Vi primæ refractionis factæ in puncto D, dirigetur radius ad punctum C. (*per corol.* 13.) & producta linea DH, erit angulus ODC refractus duæ tertiæ anguli inclinationis, & HEG refractionis alia tertia pars, ducatur BEN, lineæ ODG parallela, erit angulus inclinationis DEN æqualis oppositæ BEC. Sed angulus BEC duplus est anguli HEC, & in egressu à vitro in aërem refractio est semissis inclinationis: ergo angulus HEC est refractio quæ accidit in egressu; ergo verè radius parallelus restituitur.

COROLLARIUM I.

Si centrum concavitatis esset in L, convexitate eâdem perseverante ducta linea LE, respectu secundæ refractionis angulus inclinationis esset LEC, aut illi æqualis, oppositus si produceretur LE. Hic autem LEC major est quam LEC; ergo augendus esset angulus refractionis, & pro HEC, esset verbi gratiâ IEC, unde radius FD fieret divergens in EI, & productus secaret axem in K. Vocetur punctum K focus virtualis. Hoc est radius FD ita detorquetur per duplicem illam refractionem quasi procederet ex puncto K.

COROLLARIUM II.

In menisci æqualium sphæricitatum perinde est sive concavitatem, sive convexitatem ad lucidum obvertas. Sicut enim radius incidens FD, remittitur parallelus in EH, ita EH remittetur parallelus in DF; cum refractio fiat reciprocè per eosdem radios.

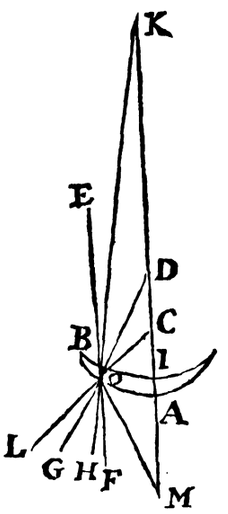
PROPOSITIO XXXI.

Theorema.

Si meniscus concavitatis semidiametrum triplam habens semidiametri convexitatis, concavitatem ad lucidum obvertat, foci distantiam pariter æqualem habebit semidiametro concavitatis.

Meniscus AB, concavitatis semidiametrum AI triplam habeat semidiametro convexitatis CA & & concavitatem obvertat ad lucidum, ita ut EB sit

ſit radius incidens, qui per duplicem refractionem refringatur in M, dico AM, æqualem eſſe ID, hoc



eſt perinde eſſe quamcumque faciem obvertat ad lucidum. Ducatur ex centro concavitatis D, linea DBG quæ perpendicularis erit ad concavitatem, eritque propterea EBD angulus inclinationis. Sit angulus G B H refractus, cujus ſinus in ingreſſu duas tertias obtinet, ſinus anguli inclinationis. Huic autem G B H æqualis eſt oppoſitus K B D. ergo ſinus anguli KBD duas tertias obtinet ſinûs anguli E B D, ſeu alterni BDA. Sed in triangulo KBD, latera ſe habent ut ſinus angulorum oppoſitorum, ergo DK, obtinet duas tertias lineæ KB, ſeu KI; ergo KI tripla eſt ipſius DI, & noncupla CA, ſeu CO. & KC octupla; ſed ut KC ad CO, ita ſinus anguli KOC ad ſinum anguli K.

Demonſtratio. In ſecunda refractione, angulus BOC æqualis oppoſito L O H eſt inclinatio, & H O M refractio erit ejus ſemiſſis eſt; autem LOH æqualis oppoſito LOC. Ergo ſinus anguli LOC octuplus eſt ſinus anguli K, & ſinus anguli HOM eſt quadruplus ſinus anguli K. Sed ut ſinus anguli HOM, ſeu illius ſupplementi MOK, ad ſinum anguli K, ita in triangulo O K M linea KM ad OM. Ergo KM eſt quadrupla OM; & cum angulus HOM æqualis ſit duobus K & M; M erit triplus K circiter. Ergo K O erit tripla OM: ſed erat tripla OD, ſeu OA, ergo OM, OD ſunt æquales; ergo foci diſtantia eadem eſt quamcumque ejus faciem ad lucidum obvertas.

COROLLARIUM I.

Si in concavam ſuperficiem radius parallelus incidat, ut EB, ita vi primæ refractionis detorqueatur in H, ut productus perveniat ad punctum K, ſitque I K tripla I D.

COROLLARIUM II.

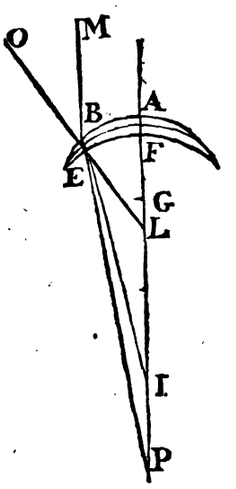
Si ſimilem demonſtrationem inſtituamus circa alias meniſcos, inveniemus æqualem ſemper foci diſtantiam reſpondere, ſive convexitas, ſive concavitas ad lucidum obvertatur.

PROPOSITIO XXXII.

Theorema.

In meniſcis propriis, ita eſt differentia inter ſemidiametros convexitatis, & concavitatis, ad ſemidiametrum convexitatis; ut diameter concavitatis ad diſtantiam foci.

Voco meniſcum propriam, cum ſemidiameter convexitatis minor eſt radio convexitatis. Talis ergo proponatur E A, ſitque G A ſemidiameter convexitatis, ſitque GI ejus tripla; & ſemidiameter concavitatis ſit prima LF, ita ut centrum L, ſit inter G & I, dico ita eſſe L G, differentiam



utriuſque ſemidiametri, ad AG, ſemidiametrum convexitatis, ut dupla AL, ſeu diameter concavitatis ad AP diſtantiam foci. Primò habemus (*per coroll.* 13.) quod vi primæ refractionis radius dirigetur ad punctum I. Secundò quod cum linea LEO ex centro concavitatis ducatur ſit ad eam perpendicularis. Tertiò ſinum anguli inclinationis BEO, ſeu oppoſiti LBI, eſſe duplum ſinus anguli refractionis IEP. Quartò angulos LIE, EIP habere eundem ſinum.

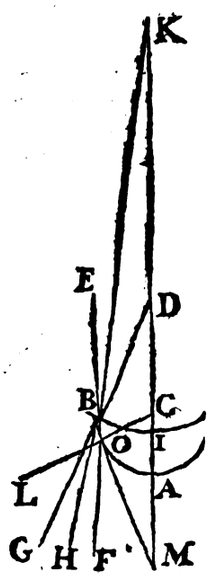
Demonſtratio. In triangulo L E I ita eſt ſinus anguli LEI ad ſinum anguli LIE, ut I L ad LE ſeu L F, & conſequenter ita eſt dimidius ſinus LEI, ſeu ſinus anguli PEI, ad ſinum anguli EIL, ut LI ad duplam LF. Perinde enim eſt augere conſequens, ac minuere antecedens; ſed in triangulo EIP, ita eſt IP ad EP, ſeu PF, ut ſinus anguli PEI, ad ſinum anguli EIP; ergo ita eſt LI ad duplam LF, ut IP ad PF. Et alternando ita erit LI ad IP; ſicut 2 L F ad P F; & componendo ita erit LP, ad I P, ut 2 L F cum PF, ad PF: eſt autem 2LF, cum PF. æqualis 3LF, cum LP. Ergo ita eſt 3LF cum LP ad PF, ſicut LP ad I P. Quia igitur ita eſt tota 3LF cum LP. ad totam PF, ut ablata LP ad ablatam IP. ita erit reliqua 3 LF, ad reliquam FI. ſeu triplam FG, ut 2 LF, cum PF ad PF. Ut autem 3 LF, ad 3 FG ita LF, ad FG, ergo ita erit LF ad FG, ut 2 LF cum PF, ad PF, ergo ita erit LG exceſſus majoris ſupra minorem, ad minorem FG, ut 2 LF ad FP, quod erat demonſtrandum.

2. Supponatur ut prius radius convexitatis AG, ejus tripla AI. ſed radius concavitatis ſit infra I, nempè in L, cum ergo vi primæ refractionis ra-

Digitized by Google

dius dirigatur in I, & linea LE, ducta ex centro L, sit perpendicularis ad concavitatem EF, angulus oppositus ad verticem, angulo LEI erit inclinatio, & angulus IEP erit refractio, ideoque sinus anguli LEI duplus erit sinus anguli IEP, (*per* 14.) anguli item EIP, EIL eundem habent sinum.

Demonstratio. (*Per* 1. *Trigon.*) in triangulo LEI, ita est sinus anguli LEI ad sinum anguli I, ut sicut LI ad LE seu LF, & consequenter ita erit



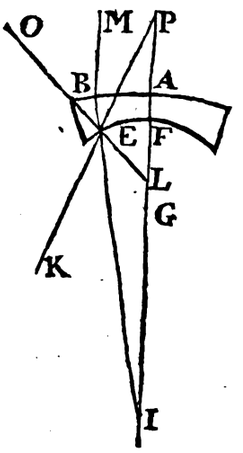
dimidius sinus LEI, seu sinus IEP, ad sinum I ut LI, ad 2 LF: sed in triangulo EIP, ita est sinus anguli IEP, ad sinum anguli I, ut IP ad PE, seu PF. Ergo ita est, LI ad 2 LF, sicut IP ad PF, & permutando ita erit 2 LF ad FP; sicut LI ad IP. & ut unus antecedens ad suum consequentem, ita omnes antecedentes ad omnes consequentes. Ergo ita erit 2 LF cum LI, ad PF, IP, seu IF, ut 2 LF. ad, FP, & componendo ita erit 2 LF, cum LI & FI, hoc est tripla LF, ad IF seu triplam FG, ut 2 LF cum FP ad FP. Ut autem triplæ ita & simplæ; ergo ita erit LF ad FG, ut dupla LF cum FP, ad FP. & consequenter dividendo ita erit excessus primæ supra secundam, ad secundam id est LG ad FG, sicut excessus tertiæ supra quartam ad quartam, hoc est dupla LF ad FP; quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXXIII.

Theorema.

In menisci impropriis ita est differentia semidiametrorum convexitatis, & concavitatis ad semidiametrum convexitatis, ut diameter concavitatis ad distantiam foci virtualis.

Voco meniscum impropriam cujus semidiameter concavitatis minor est semidiametro convexitatis. Voco autem focum virtualem punctum axis quod respiciunt radii divergentes. Sit ergo talis meniscus FB, semidiameter convexitatis AG ejus tripla AI, semidiameter concavitatis LF. In hoc prævalet concavitas, atque adeo radius MB post duplicem refractionem recedet ab axe, ut in EK, radius autem KE respicit punctum P diametri, quod voco focum virtualem. Dico ita esse LG differentiam semidiametrum AG, FL, ad AG semidiametrum convexitatis, ut 2 FL diameter concavitatis ad AP. Primò habemus (*per coroll.* 13.) vi primæ refractionis radium BM detorqueri in I, atque adeo ducta ex centro concavitatis L, linea LEO angulus BEO cui æqualis est LEI, erit inclinatio, & angulus KEI refractio, cujus sinus qui est etiam sinus anguli IEP, est dimidius sinus anguli IEL.



Demonstratio. In *triangulo IEL, ita* est sinus anguli IEL ad sinum anguli I, ut IL ad LE, seu LF, & consequenter ita erit dimidius sinus IEL, seu sinus anguli IEP ad sinum anguli I, sicut LI ad duplam LF; perinde enim est minuere antecedentem, ac augere consequentem: sed in triangulo IEP, ita est sinus anguli IEP ad sinum anguli I, ut IP ad EP, seu PF, neglecta crassitie menisci. Ergo ita est LI ad duplam LF, ut IP ad PF, seu PA & dividendo auferendo secundum terminum à primo ita erit excessus lineæ LI, supra 2 LF, ad 2 LF ut IF, seu IA, ad PA. Quod si eadem linea FL addatur tam lineæ LI, quam duplæ LF, fiet FI & 3 LF, eritque idem excessus ac antea, ergo ita erit excessus lineæ FI, seu 3 AG supra 3 LF, ad 2 LF, ut IA ad PA. & alternando ut excessus 3 AG supra 3 LF, ad 3 AG, ita 2 LF ad PA. *Sed* ut excessus 3 AG supra 3 LF, ad 3 *AG*, ita excessus unius AG, supra unam LF, ad *AG*, seu LG ad AG; ergo ita est LG ad AG *sicut* 2 LF, ad AP, quod demonstrandum erat.

PROPOSITIO XXXIV.

Theorema.

In menisci impropriis si concavitatis obversa ad lucidum semidiameter, fuerit triens convexitatis, focus virtualis erit in centro convexitatis.

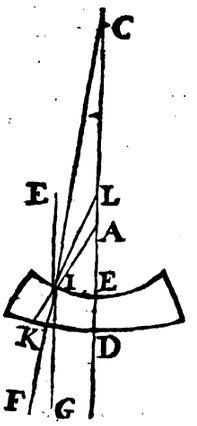
Menisci improprii DE concavitatis obversæ ad lucidum, semidiamet AE sit tertia pars semidiametri convexitatis nempè CD; dico radium EI axi parallelum, ita detorqueri in IF in egressu vitri quasi veniret ex C.

Demonstratio. (*Per coroll.* 19.) radius EI, vi primæ refractionis ita detorquetur, ac si veniret ex puncto C, posito quod DC sit tripla ipsius AE, & cum C supponatur centrum convexitatis, radius hoc modo refractus, erit perpendicularis

ad

Digitized by Google

ad convexitatem nullamque ibi refractionem patietur, ergo ita procedet ac si veniret ex puncto C.



COROLLARIUM I.

Si eadem meniscus obverteret convexitatem ad lucidum, ita esset CA differentia semidiametrorum ad CD semidiametrum convexi, ut dupla AE, seu CA ad distantiam foci; sed primus & tertius terminus æquales sunt; ergo secundus, & quartus æquales erunt. Eritque focus in distantia semidiametri convexi. Quare perinde est quamcumque faciem ad lucidum obvertas.

COROLLARIUM II.

Regula generalis esto pro omnibus sphæricis utrinque specillis. Si sphæricitates sint oppositæ seu in diversas partes respiciant, fiat, ut aggregatum semidiametrorum ad alterutram semidiametrum, ita altera diameter integra ad distantiam foci.

Vel ut aggregatum diametrorum ad unam diametrum, ita alia diameter ad distantiam foci, si sphæritates sint obversæ in eandem partem, ita erit differentia semidiametrorum ad semidiametrum convexitatis, ita diameter integra ad distantiam foci.

Vel ut differentia diametrorum ad unam diametrum, ita alia diameter ad distantiam foci.

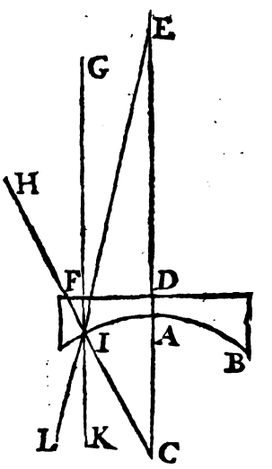
PROPOSITIO XXXV.

Theorema.

Focus virtualis specillorum plano concavorum est in distantia diametri concavitatis.

In specillum plano concavum AE, incidat radius G F axi parallelus, dico ita detorquendum hunc radium in I L, ut productus attingat in axe punctum E, sitque A D, æqualis diametro convexitatis. Primò facies plana F D excipiat raphum G F.

Demonstratio. Cum radius G F sit axi parallelus, erit ad superficiem F D rectus, atque adeo nullam patietur refractionem; sed rectâ procedet in I. Ducatur ex centro concavitatis C, linea CIH quæ perpendicularis erit ad superficiem concavam, eritque propterea inclinatio, angulus FIH, cui æqualis est oppositus KIC. seu alternus C. Sed in egressu è vitro in aërem sinus anguli refractionis est dimidius sinus inclinationis, ergo sinus anguli LIK, seu anguli E ei oppositi in parallelis, erit semissis anguli C. Sed in triangulo



EIC, ut sinus anguli C ad sinum anguli E, ita est E I ad I C, ergo E I, seu EA dupla est AC; & cum AC sit semidiameter, AE erit diameter, quod erat demonstrandum.

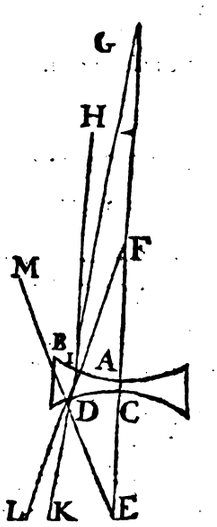
Secundò concavitas ejusdem specilli excipiat radium parallelum GI, sit AC semidiameter, concavitas AN, diameter, AE sesquidiameter. Dico pariter punctum N esse focum virtualem.

Demonstr. (*Per coroll.* 19.) vi primæ refractionis factæ in puncto I, ita refringitur radius, ac si veniret ex puncto E, ducta autem FK, perpendiculari ad superficiem planam, erit LFK inclinatio, cui æqualis est angulus oppositus LFH. Est autem sinus anguli refractionis MFL, seu oppositi EFN, semissis anguli inclinationis LFH (*per* 14.) seu anguli E oppositi in parallelis. Ergo sinus anguli E, duplus est sinus anguli NFE. sed in triangulo EFN, ut sinus angulorum, ita & latera; ergo latus NF seu NA duplus est lateris N E; & consequenter E A, erit sesquialtera lineæ N A, ergo NA est diameter; quod demonstrandum erat.

PROPOSITIO XXXVI.

Theorema.

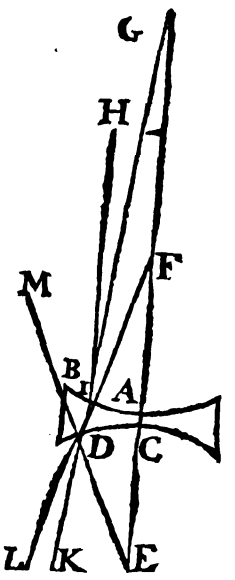
Specilla æqualiter utrinque concava, focum virtualem habent ad distantiam semidiametri.



Sint concavitatum AB, DC semidiametri AF, C E, æquales dico radium H I axi parallelum ita

Digitized by Google

divergere poſt duplicem refractionem, ac ſi recta procederet ex puncto F. Sit AG tripla AF.



Demonſtratio. Radius HI, vi primæ refractionis factæ in puncto I, ita detorquetur in IK, ac ſi veniret ex puncto G (*per coroll.* 19.) ducatur ex E, centro concavitatis DC linea EDB, quæ perpendicularis erit ad concavitatem DC. atque adeo angulus inclinationis erit I D M, cui æqualis eſt oppoſitus KDE; eſt autem ſinus anguli refractionis LDK ſeu oppoſiti GDF, ſemiſſis ſinus inclinationis KDL, ſeu EDG. Sed in triangulo DEG, ſinus anguli EDG ad ſinum anguli G eſt ut G E ad DE; nempè ut 4 ad 1. ergo ſinus anguli G eſt quarta pars ſinus anguli E D G. Sed ſinus anguli GDF, eſt ejuſdem ſemiſſis, ergo ſinus anguli G eſt dimidia pars ſinus anguli G D F. In triangulo autem GDF, ita ſe habent latera, ut ſinus angulorum oppoſitorum; ergo GF eſt dupla lineæ FD, ſeu FA; & cum tota GA ſit ſuppoſita tripla ſemidiametri, erit focus in diſtantia ſemidiametri, quod demonſtrandum erat.

COROLLARIUM.

Specillum utrinque æqualiter concavum majoris ſphæræ verbi gratia ſemidiametri unius pedis, æquivalet ſpecillo plano concavo ſphæræ duplò minoris, nempè ſemidiametri ſemipedis; nam primum habet focum in diſtantia ſemidiametri, ſeu unius pedis, ſecundum in diſtantia ſuæ diamentri, hoc eſt pariter unius pedis.

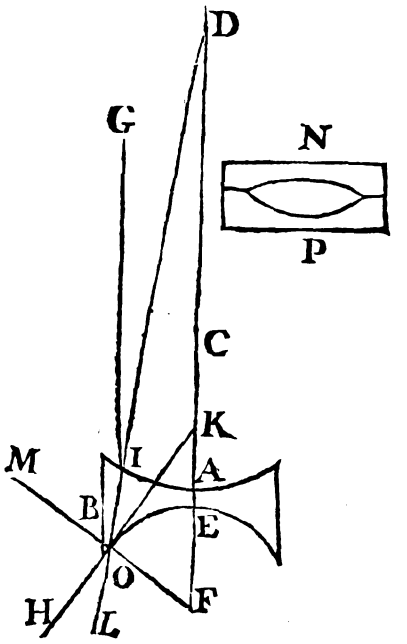
PROPOSITIO XXXVII.

Problema.

Specilli utrinque cavi focum virtualem reperire.

Sit inveniendus focus virtualis, ſpecilli concavo concavi AE, ſit ductus axis, ſitque C centrum concavitatis AI, & FE centrum concavitatis OE, ſit A D tripla A C; aſſumpto quolibet puncto I ducatur DIL ſecans concavitatem OE. In puncto O ducatur FOM, fiatque angulus HOL ſemiſſis anguli LOF, pro linea HOK, exhibebit punctum K pro foco virtuali.

Demonſtratio. Vi primæ refractionis radius parallelus G I refringitur in IO, ita ut OI tendat in D (*per cor.* 19.) & cum F O M ex F centro concavitatis OE ducta ſit ad eam perpendicularis



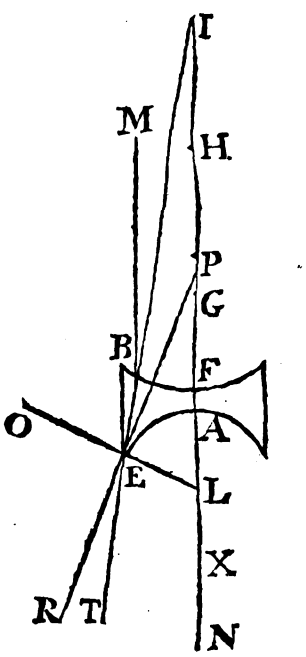
erit, atque adeo angulus IBM erit inclinationis; huic autem æqualis eſt oppoſitus LOF, ſemiſſis autem angulum HOL, ejus dimidium. Ergo HOL eſt angulus refractioni reſpondens in egreſſu à vitro in aërem, ergo O H eſt radius refractus, & conſequenter punctum K erit focus virtualis.

Notandum autem quod ſi cavitates ſe reſpicerent, ut vides in N P idem omnino præſtaretur. Ita ſæpe experimur in vitro bullas paulò majores, ex intercepto à ſuperficiebus planis aëre enatas ſpecilli concavi proprietates habere.

PROPOSITIO XXXVIII.

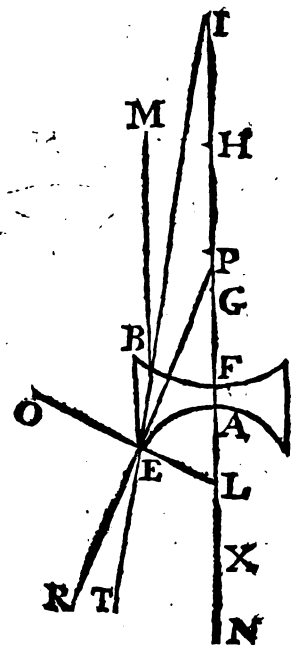
Theorema.

Ut aggregatum ſemidiametrorum concavitatum ſpecilli concavi, ad ſemidiametrum concavitatis obverſa ad lucidum, ita diameter à reliqua, ad diſtantiam foci virtualis.



Proponitur ſpecillum concavum FG, ſit ſemidiameter

diameter concavitatis BF, obverſæ ad lucidum, LA, ſemidiameter cavitatis AE. Sit FI tripla FG,



MB radius axi parallelus, qui poſt duplicem refractionem divergat in ER. Sitque focus virtualis punctum P; dico ita eſſe LG, aggregatum ſemidiametrorum, ad FG, ſicut dupla LA ad FP. Certum eſt enim quod (*per coroll.* 19.) vi primæ refractionis factæ in puncto B, radius divergat in BE, ita ut recta EB tendat in I. Ducatur LEO, eritque angulus inclinationis OEB, cui æqualis eſt oppoſitus TEL; certum eſt item (*per* 14.) ſinum refractionis RET, ſeu IEP, duplum eſſe ſinus anguli TEL, ſeu ſupplementi ejus LEI.

Demonſtratio. In triangulo E L T, ita eſt ſinus anguli LEI ad ſinum anguli I, ut LI ad EL ſeu LA. Quare ita erit dimidius ſinus anguli ELT, ſeu ſinus anguli IEP ad ſinum I, ut LI ad duplam LA, nam perinde eſt minuere antecedentem, ac augere conſequentem. Sed ut ſinus anguli IEP ad ſinum anguli I, ita in triangulo IPE, latus PI ad latus PE, ſeu neglecta craſſitie vitri ad FP; ergo ita eſt L I ad duplam L A, ut P I ad PF: & componendo L I cum dupla LA ad dupam LA, ut PI cum PF ad PF 2LA PA ad PA; ſed dupla L A cum L I, eſt tripla L A, & F I, eſt tripla F G. Item P I cum P F, eſt F I ſeu tripla FG; igitur ita erit tripla LA & tripla FG ad duplam LA, ut tripla FG ad PF, ſed ut triplæ ita & ſimplæ; ergo ita erit L A, cum FG ad duplam LA, ut FG ad PF, vel alternando ut LA, & FG ad FG, ita dupla LA ad PF; quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM I.

Vides ſuperius aſſignatas regulas eſſe univerſales pro omnibus ſpecillis convexis, concavis, & mixtis.

COROLLARIUM II.

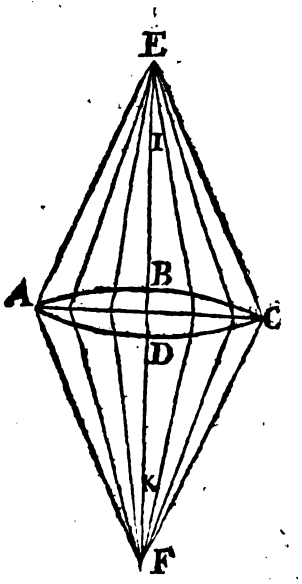
Radius convergens ad focum virtualem ſpecilli poſt duplicem refractionem redditur parallelus. Ut in hac figura, ſi luminoſum radiaret per lineam RE, quæ tendit ad focum virtualem P poſt duplicem refractionem remitteretur parallelus in BM. Refractio enim fit reciprocè per eoſdem radios.

PROPOSITIO XXXIX.

Theorema.

In convexo-convexis ſi lucidum ſit in extremitate diametri, focus in alterius diametri extremitate conſtituetur.

Hactenus radios parallelos axi conſideravimus, & lucidum in tanta diſtantia ut radii ab eodem ejus puncto in lentem incidentes pro parallelis haberi poſſent, oſtendimuſque in quo axis puncto convenirent, vel à quo divergerent; nunc lucidi diſtantiam mutamus, oſtendimuſque ejus focum in variis à ſpecillo diſtantiis.



Proponitur lens convexo-convexa ABCD, coniſtituiturque lucidum in puncto E, ita ut BE ſit æqualis diametro convexitatis ABC. Dico focum eſſe in puncto F, lineam DF, æqualem eſſe diametro convexitatis ADC.

Demonſtratio. (*Per* 18.) radii à puncto E procedentes refringuntur in lente paralleli axi, immo perſeverarent paralleli, ſi lens eſſet plano convexa, ſed (*per* 16.) radii paralleli axi, uniuntur in extremitate diametri, nempe in F. Hoc eſt conſideretur lens, ut diviſa in duas lentes plano convexas, vi primæ refractionis radii ex puncto E, incidentes in convexitatem ABC fiunt paralleli axi, & vi ſecundæ refractionis, factæ in convexitate ADC uniuntur in puncto F.

COROLLARIUM.

Si lucidum E ſenſim admoveatur lenti, focus recedet; ita ut ſi diſtaret tantum ſemidiametro à lente convexo-convexa fierent paralleli: hoc eſt imago eſſet in diſtantia infinita. Sed hæc melius ſequentibus propoſitionibus definientur.

PROPOSITIO XL.

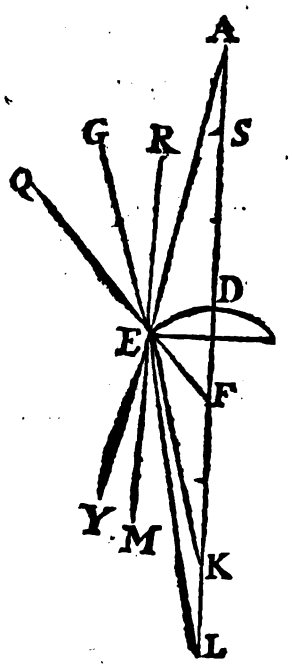
Theorema.

In plano-convexis ita eſt exceſſus diſtantiæ lucidi ſupra diametrum, ad diametrum, ut tota diſtantia objecti ad diſtantiam foci.

Proponatur ſpecillum plano-convexum, ſitque

FD

FD ſemidiameter convexitatis, DS diameter; ponaturque lucidum in A, eritque AD ejus diſtan-



tia à lente A, exceſſus diſtantiæ ſupra diametrum. Sit eadem ratio AS ad SD, ut AD ad DK, dico punctum K eſſe focum, ſeu radios à puncto A emiſſos. Verbi gratiâ AE, poſt duplicem refractionem confluere in K. Sit enim KL ſemiſſis lineæ DK, ſicut DF eſt ſemiſſis lineæ DS, cum autem ita ſit AS ad diametrum DS, ita AD ad DK, ita erit AS ad SF, ſeſquidiametrum, ut AD ad DL, quæ eſt ſeſquialtera ipſius DK. Eritque componendo AF ad SF, ut AL ad DL, dico radium incidentem AE, vi primæ refractionis dirigi ad punctum L, & vi ſecundæ in K. Ducatur enim ex centro F linea FEq, eritque inclinatio AEq, oſtendere debeo huic inclinationi reſpondere angulum refractionis YEL, quia nempe eſt tertia pars anguli AEq, ſeu YEL.

Demonſtratio. In triangulo AEL ita eſt AL ad LE, ſeu LD, ut ſinus anguli AEL aut ſuplementi YEL, ut ad ſinum anguli A. Sed ut AL ad DL, ita ut probavimus AF ad SF, ſeu triplam radii EF; ergo minuendo ultimum terminum & augendo primum, ita erit triplus ſinus anguli YEL ad ſinum anguli A, ut AF ad tertiam partem SF, nempe ad AE. Sed in triangulo AEF, ita eſt AF ad FE, ſicut ſinus anguli AEF, ſeu ſuplementi AEq; ergo ita eſt triplus ſinus anguli YEL, ad ſinum anguli I, ut ſinus anguli AEq, ad eundem ſinum I; ergo ſinus anguli inclinationis AEq triplus ſinus YEL. Ergo angulus YEL eſt angulus refractionis tali inclinationi reſpondens; ergo radius AE, vi primæ refractionis dirigitur ad L.

Dico vi ſecundæ refractionis factæ in egreſſu vitri in puncto E, radium refringi in K. Ducatur radius MER axi parallelus, & conſequenter perpendicularis ad ſuperficiem planam. Eritque inclinatio GER æqualis MEL, probare debeo ſinum anguli MEL duplum eſſe ſinus anguli LEK, ſeu ſinum anguli refracti MEL, aut illi alterni EKF triplum eſſe ſinus anguli LEK.

Demonſtratio. In triangulo LEK, ita eſt LE, ſeu LD ad LK, ſicut ſinus anguli EKL, aut ſuplementi EKF, ad ſinum anguli LEK; ſed LK, facta eſt tertia pars lineæ LD; ergo ſinus anguli EKF, eſt triplus ſinus anguli LEK, quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM I.

Si objectum fuerit in diſtantia dupla diametri, nempe AS, & SD fuerint æquales, diſtantia objecti & foci æquales, erunt nempe focus diſtabit dupla diametro à lente.

COROLLARIUM II.

Ut autem videas regulam eſſe univerſalem, ponatur objectum in fine diametri, nempe in S. Quia exceſſus diſtantiæ objecti ſupra diametrum eſt 0, fiet ad diametrum, ita diſtantia objecti, nempe diameter ad infinitam foci diſtantiam, hoc eſt radii remittentur paralleli.

COROLLARIUM III.

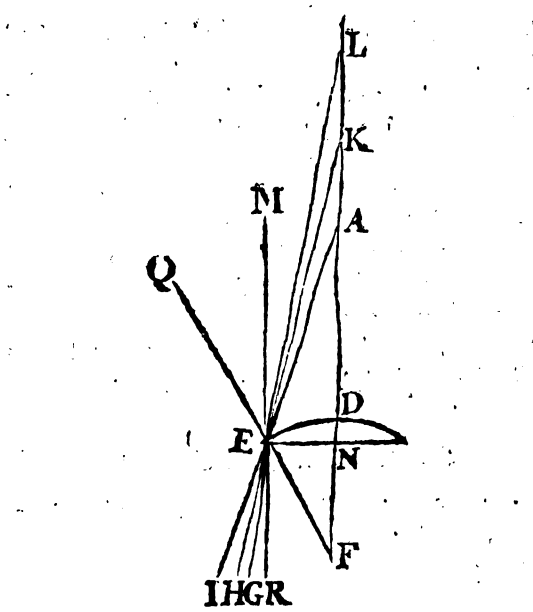
Quia autem vidimus lentem convexam majoris ſphæræ æquivalere lenti plano-convexæ duplò minoris diametri. Si fiat univerſaliter ut exceſſus diſtantiæ objecti ſupra diſtantiam foci ordinariam, nempe foci reſpectu radiorum parallelorum, ita diſtantia objecti ad quartam, hæc erit diſtantia foci. Quæ regula etiam valet in meniſcis. Habemus ergo regulam ad inveniendum focum, lucido in majori diſtantia poſito, quam ſit focus ordinarius. Reſtat caſus in quo objectum eſt vicinius lenti, quam focus ordinarius.

PROPOSITIO XLI.

Theorema.

Lucido minus diſtante à lente plano-concava quam focus ordinarius, ita eſt diſtantia lucidi à centro convexitatis ad diametrum, ut diſtantia lucidi à lente ad diſtantiam foci virtualis.

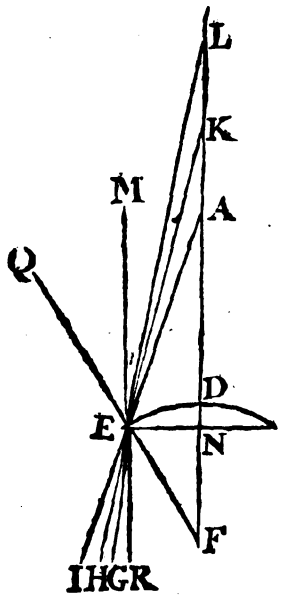
Lentis plano-convexæ ED ſemidiameter convexitatis FD, centrum D, ſupponitur lucidum in A



minus diſtans quam diametro, certum eſt quod ſi lucidi diſtantia æquaret diametrum, radius remitteretur parallelus in ER, atque adeo lucido minus diſtante radius refractus erit divergens. Sit ergo ut AF, diſtantia lucidi à centro convexitatis, ad diametrum, ſeu duplam FD, ita AD ad AK; dico quod poſt duplicem refractionem radius

Digitized by Google

radius ita fiet divergens in EH, quasi procederet à puncto K. Sit KL tertia pars lineæ DK; volo



ostendere vi primæ refractionis radium ita refringi in EG, ac si veniret ex puncto L, & vi secundæ adhuc magis detorqueri quasi veniret ex puncto K. Ducantur radius MER parallelus axi, & linea FEq. Cum autem supponatur ita esse AF ad diametrum seu duplum DF, ita AD ad AK, ita etiam erit AF ad sesquidiametrum, sicut AD ad AL, quæ est sesquialtera ipsius AK.

Demonstratio. In triangulo AFE, ita est AF ad EF, sicut sinus anguli AEF, seu supplementi AEq, ad sinum anguli EAF: & minuendo unum antecedentem, & augendo consequentem, ita erit triens sinus anguli AEq, ad sinum anguli EAF, ut AF ad triplam FE seu sesquidiametrum. Sed ut AF ad sesquidiametrum, ita est AD, seu EA, ad LD, seu LE. Et in triangulo LEA ita est AE ad LE; sicut sinus anguli L seu alterni MEL ad sinum anguli EAF, aut supplementi EAL; ergo ut triens sinus anguli AEq ad sinum anguli EAF, ita sinus anguli MEL aut oppositi GER ad eundem sinum anguli EAF; ergo sinus anguli GER est tertia pars anguli inclinationis AEq; ergo radius ita refringitur quasi procederet ex puncto L; quod erat primò propositum.

Adde in secunda refractione ita refringi in EH quasi procederet ex puncto K.

Demonstratio. Posuimus lineam KL esse tertiam partem lineæ KD, seu KE, sed in triangulo KEL ita est KL ad LE, ut sinus anguli LEK, aut illi oppositi HEG, ad sinum anguli EKL aut supplementi EKF, seu alterni MEK, erit angulus MEK seu oppositus REH refractus respondens angulo refractionis LEK, seu HEG, eritque consequenter sesquialter inclinationis REG. Quæ omnia respondent regulis refractionum supra positis, dum fit transitus à vitro in aërem: ergo radius ita divergit in H, quasi procederet ex puncto K, quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM I.

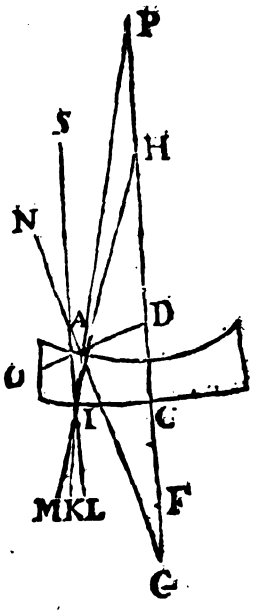
Quod de lente plano-convexa demonstro, lentibus convexo-convexis, & menisci applicandum est, assumendo loco diametri, distantiam foci ordinarii, & loco distantiæ objecti à centro convexitatis sumenda est linea composita ex distantia objecti à lente, & ex semidistantia foci ordinarii, non habita ratione semidiametri.

PROPOSITIO XLII.

Theorema.

In plano-concavis, si punctum ad quod convergunt radij, fuerit remotius à lente quam diametro. ita erit excessus hujus distantiæ supra diametrum, ad diametrum, ita distantia illius à lente, ad distantiam foci imaginarii, à quo scilicet diverget radius.

Sit lens plano-concava AB, semidiameter concavitatis DC, CF supponatur æqualis diametro, licèt in figura non sit, supponatur radius NA tendere, seu convergere ad punctum G, ita ut nisi



al ò vi refractionis detorqueretur, verè rectà attingeret punctum G. Certum est quod si dirigeretur in F, remitteretur axi parallelus, ut jam ostendimus suprà, volo autem ut tendat ad punctum remotius, nempè ad punctum G, atque adeo diverget in M, eritque H punctum à quo divergit quod vocavi focum virtualem, hoc autem determino in hac propositione. Dico ergo si fiat ut GF ad FC, ita GC ad CH, punctum H esse illud quod quæritur, à quo scilicet radius NA post duplicem refractionem diverget. Sit PH dimidia lineæ HC, seu tertia pars lineæ PC; volo ostendere vi primæ refractionis radium NA refringi in AK, ita ut divergat à puncto P, & vi secundæ eundem detorqueri in IM, ita ut divergat, quasi procederet rectà à puncto H; ducatur DAO. Primò cum ita sit GF ad diametrum FC, ut CG ad GF, ita erit GF ad sesquidiametrum FD, ut GC ad CP sesquialteram lineæ CH; & componendo ita erit GD ad FD, sicut GP ad GP, seu PA aut PI.

Demonstratio. In triangulo GAD, ita est GD ad DA, seu DC, ut sinus anguli GAD, aut supplementi NAD, ad sinum anguli G, & minuendo primum antecedentem, & augendo ultimum consequentem, ita erit triens sinus anguli NAD ad sinum anguli G, ut GD ad triplam AD, seu sesquidiametrum. Sed ut GD ad sesquidiametrum ita GP ad CP seu PA; & in triangulo GAP, ita est

ſinus anguli GAP ſeu NAP ad ſinum anguli G, ut GP ad PA, ergo triens ſinus anguli NAD ad ſinum anguli G, ſicut ſinus anguli GAP ad eundem ſinum anguli G. Ergo angulus GAP ſeu KAG eſt refractio reſpondens angulo inclinationis NAD, ergo radius NA refringetur in AK, quaſi procederet à puncto P.

Addo quod in ſecunda refractione radius adhuc detorquebitur in IM quaſi procederet ex puncto H, ducatur IL parallela CG.

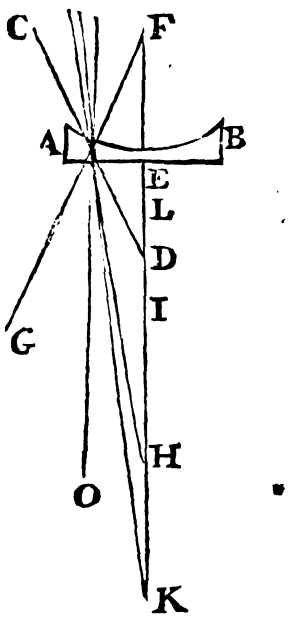
Demonſtratio. In triangulo PIH ita eſt PI ad IH, ut ſinus anguli IHC, aut alterni SIH, aut oppoſiti LIM, ad ſinum anguli HIP aut oppoſiti MIK. Sed PH ſupponitur eſſe tertia pars lineæ PC: ergo ſinus anguli MIL triplus eſt ſinus anguli MIK. Quare MIK erit angulus refractus, radiuſque procedet per IM, quaſi ex H; quod demonſtrandum erat.

PROPOSITIO XLIII.

Theorema.

In Plano-concavis ſi punctum convergentiæ radiorum vicinius fuerit lenti, quam diameter, ita erit exceſſus diametri ſupra hanc diſtantiam, ad diametrum, ut hæc diſtantia ad diſtantiam foci veri, & realis.

Proponitur ſpecillum plano-concavum AB, cujus ſemidiameter concavitatis EF, ſitque EI æqualis diametro, radius incidens ſit CA, convergens, ſeu tendens ad punctum D, quod ſit vicinius lenti quam diametro EI. Dico ſi fiat ut ID, ad diametrum IE, ita DE ad EH; dico radium CA, poſt duplicem refractionem detorquendum eſſe in H, nempè ita ut conveniat verè & realiter cum axe, atque adeo punctum H ſit focus realis. Sit HK dimidia HE, ſeu HK ſit triens ipſius KE; oſtendam vi primæ refractionis, radium CA detorqueri in AK, & per ſecundam detorqueri in H. Primò cum ita ſit ID ad IE, ſicut ED ad EH ex ſuppoſitione, addendo tertiam partem conſequentibus, ita erit ID ad IF, ſicut ED ad EK; & per converſionem ita erit reliquum DF ad IF, ſicut reliqua KD ad KE. Ducatur FAG.



Demonſtratio. In triangulo DFA, ita eſt DF ad AF, ſicut ſinus anguli FAD, ſeu ſupplementi FAG nempè anguli inclinationis, ad ſinum anguli ADF. ergo ut triens ſinus anguli CAF ad ſinum anguli D, ita DF ad triplam AF, ſeu ad ſeſquidiametrum IF, minuendo primum terminum, & augendo quartum. Sed ut DF ad IF, ita KD ad KE, ſeu KA, & in triangulo AKD ut KD ad KA, ita eſt ſinus anguli KAD ad ſinum anguli D. Ergo ita eſt triens ſinus anguli inclinationis CAF, ad ſinum anguli D, ut ſinus anguli KAD ad eundem ſinum anguli D. Ergo (*per* 8. 5.) ſinus anguli KAD, eſt tertia pars ſinus anguli inclinationis CAF; ergo KAD eſt refractio reſpondens tali inclinationi, & vi primæ refractionis radius CA detorquetur in AK.

Addo vi ſecundæ refractionis factæ in ſuperficie plana, eundem radium detorqueri in H.

Demonſtratio. In triangulo AKH, ita eſt AK ad KH, ſicut ſinus anguli AHK, aut ſupplementi AHD, aut alterni HAO, ad ſinum anguli KAH, ſed AK, ſeu KE, eſt tripla lineæ KH, ergo ſinus anguli HAO, eſt triplus ſinus anguli KAH. Ergo HAO, eſt angulus refractus, & KAH erit refractio ipſi competens, vel angulo OAK inclinationis benè reſpondet ejus ſemiſſis HAK, qualis eſſe debet in egreſſu vitri in aërem.

COROLLARIUM I.

Si lucidum ſtatueretur in puncto H, magis diſtante quam diametro EI, radius poſt duplicem refractionem divergeret à puncto D viciniori. Ex quibus poſſumus exhibere quomodo ſe habeant radii refracti in lente plano-concava pro variis objecti ſeu lucidi diſtantiis. Primò quidem ſi lucidum ita ſit remotum, ut ejus radii in ſpecillum incidentes, pro parallelis habeantur, ut OA, poſt duplicem refractionem, radius refractus diverget, quaſi ex puncto I foco ſcilicet ordinario. Idem lucidum admoveatur lenti, ut in H, punctum à quo diverget ſeu focus ordinarius accedet ad lentem, eritque verbi gratia in D. Si verò collocetur in ipſo foco virtuali, verbi gratia in puncto D, tunc punctum à quo diverget erit adhuc vicinius.

Deinde conſiderari poſſunt radii convergentes ad diverſa puncta diametri, qui poſt duplicem refractionem divergent ab aliis punctis, aut aliquando unientur cum axe, prout explicui præcedentibus propoſitionibus.

COROLLARIUM II.

Quia autem idem præſtant lentes concavo-concavæ, quod concavo planæ, aut etiam concavo convexæ in quibus concavitas prævalet, ideò eædem regulæ iis applicentur ſumendo pro diametro diſtantiam foci ordinarii.

Hactenus conſideravimus radios à lucido emiſſos, cum aliquo reſpectu ad axem, hoc eſt ſive parallelos axi, ſive ab aliquo axis puncto procedentes, ſive ad aliquod axis punctum convergentes. Quia tamen ſpecillis utimur, non tantum ad videnda objecta quæ ipſis directa opponuntur, ſed etiam ea quæ obliquè incidunt, ideo ſequentes propoſitiones neceſſaria fuerunt, ad conſtituendos varios effectus, & apparentias objectorum, pro eorum vario ſitu, & diſtantia.

PROPO

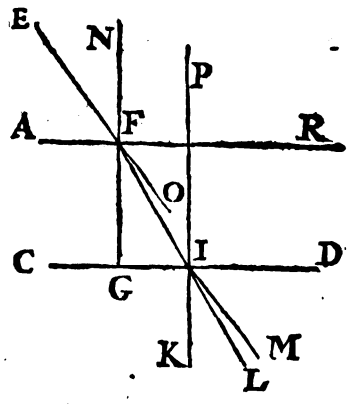
Digitized by Google

PROPOSITIO XLIV.

Theorema.

Radius refractus in duabus ſuperficiebus parallelis incidenti reſtituitur parallelus.

Supponuntur ſuperficies AR, CD, medii denſioris, verbi gratiâ vitri, aut aquæ, eſſe paralle-



læ, in quas ex aëre radius EF incidat, qui poſt duplicem refractionem propagetur per lineam IM, hanc dico radio EF parallelam eſſe. Ducantur perpendiculares NFG, PIK quæ parallelæ erunt, cum ſuperficies AR CD ſupponantur parallelæ.

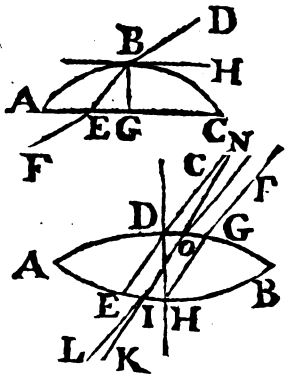
Demonſtratio. Sinus anguli inclinationis EFN ad ſinum anguli refracti GFI, ſeu alterni FIP, ſe habet ut tria ad duo, in ingreſſu ab aëre ad vitrum. Sed in egreſſu vitri in aërem angulus inclinationis FIP, aut illi oppoſitus KIL, ſe habet ad refractum KIM, ut 2 ad 3; ergo anguli KIM, GFO ſunt æquales, & cum KIL, FI ſeu oppoſitus FIP, & IFG alternus ſint æquales, erunt anguli OFI, MIL æquales, oppoſiti ex eadem parte; ergo (*per 29. 1. Eucl.*) lineæ FO, IM parallelæ ſunt.

Quare pro uno eodemque radio ferè ſumi poſſunt, cum differentia ſit multò minor craſſitie lentis. Probavi in 28, quando duæ ſuperficies concava, & convexa erant parallelæ radium reſtitui parallelum.

PROPOSITIO XLV.

Thorema.

In plano-convexis aut plano-concavis, radii in verticem incidentes, remittuntur paralleli.



Radius DB, in ſpecilli plano-convexi, aut pla-

no concavi verticem B incidat; dico poſt duplicem refractionem, radium refractum ipſi reſpondentem, eſſe eidem parallelum. Intelligatur per punctum B planum tangens BH.

Demonſtratio. Refractiones, ſicut & reflexiones, eodem modo accidunt reſpectu ſuperficiei curvæ, ac reſpectu ſuperficiei planæ contigentis curvam in puncto incidentiæ radii de quo agitur; ſed ſi incideret radius DB in ſuperficiem planam BH, parallelam utique ſuperficiei planæ, radius refractus EF radio incidenti DB eſſet parallelus (*per præcedentem*) ergo etiam in hoc caſu, eidem parallelus erit; Quod demonſtrandum erat.

Hæc demonſtratio ſuam vim habet, in lentibus plano concavis.

PROPOSITIO XLVI.

Thoerema.

Vide figuram præcedentem.

Radii obliquè incidentes propè verticem, in lentem convexo-convexam aut concavo-concavam, remittuntur paralleli.

Radius OI tranſeat per centrum magnitudinis lentis convexo-convexæ, ſitque radius incidens NO cujus refractus in lente ſit OI, dico hunc radium NO, poſt duplicem refractionem, habere refractum IL, ſibi parallelum.

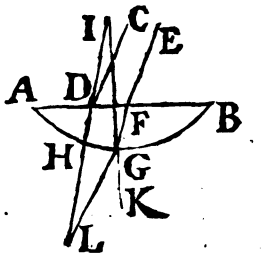
Demonſtratio. Cum radius OI tranſeat per centrum magnitudinis lentis, erunt arcus OD, IH ſimiles, ſi nempe ſphæricitates ſint æqualium ſphærarum ſegmenta, quod ſi ſint inæqualium, dabitur ſemper aliquis radius intra lentem, qui hinc inde abſcindat arcus ſimiles, atque adeo eandem inclinationem efficiat; ergo cui tam in ingreſſu, quam in egreſſu reſpondeat æquales anguli refractionis atque adeo reliqui NOI, OIL alterni erunt; ergo radii NO IL paralleli erunt. Quod erat demonſtrandum.

Addo inſuper quod datis multis radiis incidentibus parallelis, ſemper invenietur aliquis cui refractus reſpondens parallelus erit. Ut ſi dentur radii paralleli CD, FG; nempe CD in verticem D incidens, & CF, cujus refractus in lente GH, per verticem oppoſitum tranſeat, cum totum intervallum inter DE, GH plenum ſit radiis refractis, aliquis neceſſariò per centrum magnitudinis lentis tranſibit, aut abſcindet, in oppoſitis ſuperficiebus curvis arcus hinc inde ſimiles.

PROPOSITIO XLVII.

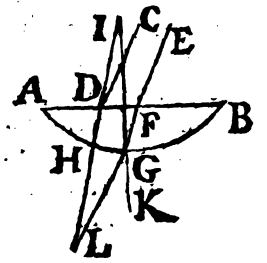
Theorema.

Radii paralleli, obliquè incidentes in ſuperficiem planam ſpecilli plano-convexi, uniuntur ad diſtantiam diametri.



Hactenus conſideravimus tantum radiorum

axi parallelorum unionem; modò vero quorumque parallelorum etiam obliquè incidentium concurſum.



Radii paralleli CD, EF incidant obliquè in ſuperficiem planam AB, ſpecilli plano convexi AGB, ſitque I centrum ſuperficiei convexæ AGB. Cum radii incidentes ſint paralleli, & incidant in ſuperficiem planam AB, cum ea æquales angulos efficient, eruntque ſimiliter inclinati; ergo æqualem patientur refractionem, totumque ſpecillum plenum erit radiis refractis parallelis, quorum aliquis verbi gratiâ DH productus tranſit per I, centrum ſuperficiei ſphæricæ. Atque adeo nullam in puncto H patietur refractionem. Conſideretur ultima refractio radii FG.

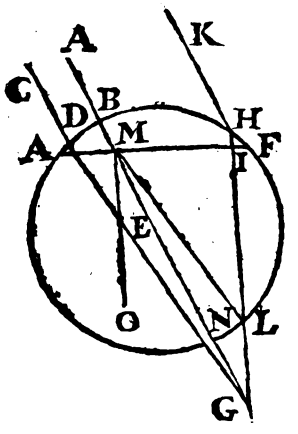
Demonſtratio. Inclinatio erit angulus FGI, æqualis alterno GIL, & angulus KGL erit refractus cujus ſinus eſt ſeſquialter ſinus anguli inclinationis in egreſſu vitri in aërem: ſed in triangulo GIL, ita ſunt latera ut ſinus angulorum oppoſitorum; ergo latus LI, eſt ſeſquialter lateris LG, ſeu LH, ſed IH eſt ſemidiameter lentis. Cum ergo IL ad HL ſit ut 3 ad 2, IH erit 1 & HL 2. Sed IH eſt ſemidiameter: ergo. Hæc demonſtratio valet in lente plano-concava, pro foco virtuali.

PROPOSITIO XLVIII.

Theorema.

Radii paralleli incidentes in ſuperficiem convexam ſpecilli plano-convexi, uniuntur ad diſtantiam diametri.

In ſpecilli plano-convexi ſuperficiem convexam, incidant AB, CD, aliique; dico illos



concurſuros inter ſe, in diſtantia ferè diametri à lente. Nam inter radios parallelos radius AB productus per centrum E tranſeat. Sitque BG æqualis ſeſquidiametro alii radii omnes radio AG paralleli vi primæ refractionis ad punctum G dirigentur (*per coroll.* 1. 13.) Ducatur ex puncto G, linea GI perpendicularis ad AF, & radius KH, ſit radio AB parallelus. Hic KH vi primæ refractionis dirigetur ad punctum G, & cum ſit perpendicularis ad AF, nullam in puncto I patietur refractionem. Ducatur radius ML, oſtendo radium DM vi ſecundæ refractionis in puncto M refringi in L. Ducatur perpendicularis OL, eritque angulus OMG æqualis angulo inclinationis, oſtendo angulum GML eſſe refractionem ipſi reſpondentem.

Demonſtratio. In triangulo MLG ita ſunt latera ut ſinus angulorum oppoſitorum, ſed GM, non habita ratione craſſitiei lentis eſt ſeſquidiameter NG, aut GL, quæ non multum ab ea differt eſt tertia pars lineæ GM; ergo ſinus anguli GLM ſeu ſupplementi MLI, aut alterni OML, eſt triplus ſinus anguli GML, ſeu ſeſquialter anguli inclinationis OMG; ergo angulus OML eſt refractus reſpectu anguli inclinationis OMG. Ergo radius AB, unietur cum radio parallelo KH, in puncto L. Idem oſtendam de radio CD aliiſque quod quidem omnino præciſum non eſt, neque enim uniuntur omnes in eodem puncto.

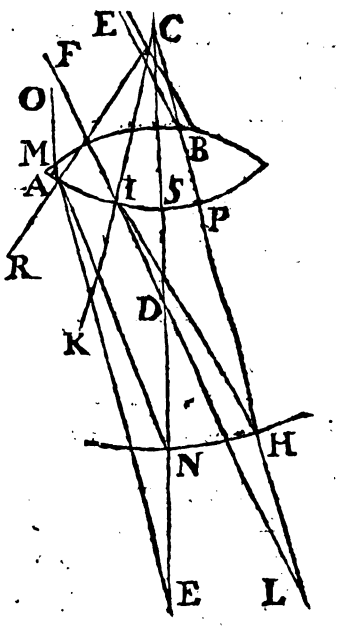
Eodem modo poſſum demonſtrare in ſpecillo plano-concavo, concavitate ad objectum ſeu ad lucidum obvertſa, radios omnes inter ſe parallelos ab eodem puncto diſtante à lente diametro. In quo notandum radios obliquiores magis ab *his* regulis deficere, minuſque exacte in eodem puncto concurrere.

PROPOSITIO XLIX.

Theorema.

Radii quicumque inter ſe paralleli, in lentem convexo-convexam incidentes, concurrunt in diſtantia circiter foci principalis.

Radii FG, EB, inter ſe paralleli, ſed obliqui ad axem principalem CE, incidant in lentem



convexo-convexam AB, ſint centra convexitatum I, & D. Supponaturque radius FG tranſire per centrum G, ſitque DL dupla ſemidiametri DG; tum ex L ad centrum C ducatur linea CL ducaturque EB parallelus radio FG, nulla habita

habita ratione ſecundæ convexitatis ASP, linea FDL pro axe ſumi poteſt, cui cum radius EB ſit parallelus, vi primæ refractionis factæ in puncto B, dirigetur ad punctum L, (*per coroll. decimæ tertiæ*) & cum ſupponatur BP producta tranſire per punctum C, atque adeo eſſe perpendicularis ad ſuperficiem AP, nullam in puncto P refractionem patietur. Supponatur DE, æqualis diametro convexitatis AB, ſitque punctum N focus principalis reſpectu radii OM paralleli radio CE, ſintque LH, EN æquales, eruntque conſequenter AN PH æquales; dico radium FGI, & quemcumque alium ipſi parallelum uniri in puncto H. Ducantur ex puncto C lineæ CAR, CIK, quæ conſequenter perpendiculares erunt ad ſuperficiem ASP.

Demonſtratio. In triangulo ACN, ita eſt ſinus anguli CAN, aut ſupplementi ejus RAN, ſeu anguli inclinationis, ad ſinum anguli ANC, ut CN ad AC. & in triangulo CH, ita eſt ſinus anguli CIH, aut ſupplementi ejus KIH, ad ſinum anguli CHI, ſicut CH ad CI, ſed CN, CH; CA, CH ſunt æquales. Ergo ita eſt ſinus anguli RAN, ad ſinum anguli ANC, ſicut ſinus anguli KIH ad ſinum anguli CHI. Pariter in triangulo ENA, ita eſt ſinus anguli ANE, ſeu ſupplementi ANC, ad ſinum anguli NAE, ut AE ad EN, & in triangulo IHL, ita eſt ſinus anguli IHL ad ſinum anguli HIL, ſicut IL ad LH. Sed tam AE, IL, quam NE, HI ſunt æquales; ergo ita eſt ſinus anguli ANE ad ſinum anguli EAN, ut ſinus anguli IHE ad ſinum anguli HIE. Habemus ergo tres ſinus ex una parte, & tres ex alia qui ſunt proportionales tribus aliis nempè ſinus angulorum RAN, ANE, EAN, & alia ſinus angulorum KIH, IHL, LIH. Ergo ex æquo extremi proportionales erunt; ergo ita erit ſinus anguli inclinationis RAN ad ſinum refractionis EAN, ſicut ſinus inclinationis KIH ad ſinum refractionis LIK, ergo radius GI refringetur in H; quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM.

Hæc propoſitio demonſtrari poſſet eodem modo, de ſpecillis concavo-concavis, & de meniſcis, nempè radios inter ſe parallelos, licèt non parallelos axi vero, tranſeunte per ambo centra, divergere ab eodem puncto, diſtante ſecundum diſtantiam foci virtualis ordinarii.

PROPOSITIO L.

Theorema.

Specilla convexa objecti diſtantis imaginem depingunt inverſo ſitu, & concava virtualem habent erectam in diſtantia ſui foci.

Specilla convexa voco, in quibus convexitas prævalet, ut ſunt convexo-convexa, plano-convexa, & meniſci propriè dicti, quæ habent focum verum & realem; dico ergo ab iis ſpecillis, ad diſtantiam ſui foci, objecti remoti imaginem in aëre exprimi, quæ ſi in charta excipiatur videbitur, inverſa quoad ſitum.

Demonſtratio. Ut talis imago exprimatur duo requiruntur. Primum ut radii omnes ad eandem objecti partem pertinentes in eodem puncto uniantur, & pertinentes ad diverſas objecti partes, diverſa etiam ſibi ſpatii puncta vendicent, ſed utrumque vi prædictorum ſpecillorum per refractionem efficitur. Nam in præcedentibus propoſitionibus vidimus quoſcumque radios inter ſe parallelos, quales ſunt qui ab eodem objecti remoti puncto in lentem incidunt, uniri in eodem puncto; alios autem à diverſis objecti punctis prodeuntes, & incidentes in eandem lentis partem, inæquales refractionum angulos efficere, cum variam inclinationem habeant ad lentis ſuperficiem, atque adeo radii diverſarum objecti partium, non concurrent in puncto, in quo alii concurrunt.

Hæc imago vivida eſt, eò quòd plurimos radios ejuſdem partis colligat, diſtincta autem, cum ſingulæ ejus partes alienos radios reſpuant; inverſa quoad ſitum, quia radii principales ſe interſecant in ſpecillo.

Eodem modo demonſtrare poſſumus in concavis, dari imaginem virtualem, hoc eſt radios poſt ſpecillum concavum ita divergere, poſt duplicem refractionem, ut qui pertinent ad eandem objecti partem, divergant & quaſi procedant ab eodem imaginis virtualis puncto, qui ab alia objecti parte procedunt, ita refringuntur ac ſi ab alio imaginis virtualis puncto proficiſcerentur.

COROLLARIUM I.

Quæcumque de foco, ſeu concurſu radiorum demonſtravimus, de hac imagine, quam nonnulli baſin diſtinctionis vocant, intelligenda ſunt. Ut quia probavimus radios axi parallelos vi ſpecilli plano convexi, uniri in diſtantia diametri, & vi convexo-convexi in diſtantia ſemidiametri; objecta ita diſſita ut radii ab eadem parte procedentes pro parallelis phyſicè haberi poſſint, imaginem habebunt in diſtantia diametri in plano-convexis, & ſemidiametri in convexo-convexis.

COROLLARIUM II.

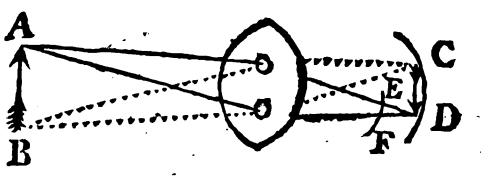
Si objectum fuerit vicinius lenti, quàm ut radii ab eadem ejus parte procedentes ſint phyſicè paralleli, imago ſeu baſis diſtinctionis recedet à lente, fietque major.

COROLLARIUM III.

Si objectum fuerit in dupla foci diſtantia, imago erit, & æqualis objecto, & æquè remota à lente, ac objectum. Quod ſi ſenſim objectum accedat ad lentem, imago ſemper recedet, & augebitur. Si denique objectum in foco collocetur, imago nulla erit, ſed radii ad eandem objecti partem pertinentes remittentur paralleli. Multò minus ſi objectum ſit inter focum & lentem, radii qui ad formandam imaginem concurrere deberent, remittuntur divergentes.

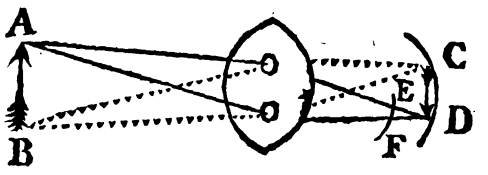
COROLLARIUM IV.

Si imago objecti fiat objectum radians, viciſ-



ſim objectum fiet ejus imago, ut ſi objectum AB, radians per lentem formaverit imaginem

CD, dico si imago CD fiat objectum radians, AB erit imago, refractio enim fit reciprocè per



eosdem radios. Quare objectum vicinius majorem, & remotiorem habet imaginem, & prout à lente removetur, imago fit specillo vicinior. Potest tamen ita removeri objectum, ut quantumlibet magis removeatur, nulla fiat mutatio sensibilis in imaginis distantia. In quo errorem nonnullorum detego, qui crediderunt se telescopio syderum distantias detegere posse. Cum enim experiantur ad objecta viciniora, clarè & distinctè percipienda fieri telescopium brevius, existimarunt ex hac telescopii decurtatione, nos posse in distantiæ cognitionem venire. Quod quidem verum est, donec ad radios physico parallelos pervenias: cum enim objectum in ea est distantia, ut radii ab eadem parte procedentes pro parallelis haberi possint, imago est præcisè in foco, quantumvis ulterius removeatur objectum, radii non fient nisi paralleli, ergo imago semper sensibiliter in eodem foco perseverabit.

COROLLARIUM V.

In specillis concavis est imago tantum virtualis, hoc est radii ab eadem parte objecti procedentes, non uniuntur, sed divergunt, quasi ab eodem puncto procederent, ideo objectum ita agit post lentem, ac si transferretur in ipsum focum virtualem.

COROLLARIUM VI.

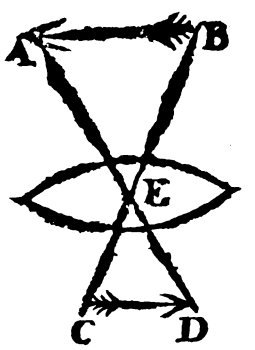
Si Radii ab eadem parte objecti procedentes convergant, quasi formaturi aliquam imaginem, & ita convergentes in specillum concavum incidant, aliam formabunt imaginem.

PROPOSITIO LI.

Theorema.

Ut distantia objecti à lente, ad distantiam imaginis; ita diameter objecti, ad diametrum imaginis.

In plano-convexis, convexo-convexis, & menisicis propriè dictis, ita est AE, distantia objecti



à lente, ad ED distantiam imaginis, ac AB diameter ejusdem objecti, ad CD diametrum objecti.

Demonstratio. (*Per* 42. *&* 43.) radii à quacumque parte objecti procedentes, & incidentes aut in verticem lentis, aut non longè à vertice, habent refractum correspondentem sibi parallelum, ita ut neglecta lentis crassitie, pro eodem radio continuato assumi possint; ergo fiunt triangula AEB, CED angulos in E æquales habentia. Supponuntur item objectum, & imago parallela, ideoque triangula AEB, CED sunt æquiangula, atque adeo (*per quintam* 6.) ita erit AE ad ED, sicut AB ad CD, quod erat demonstrandum.

Cum igitur in praxi negligi possit lentis crassities, possunt duci ab extremitatibus objecti duo radii, per centrum magnitudinis lentis, qui determinent diametrum imaginis.

Quod dixi de specillis convexis, respectu veræ imaginis, applicari potest concavis, pro imagine virtuali.

COROLLARIUM I.

Cum foramen fenestræ cubiculi undique clausi, instruitur specillo convexo, imagines in charta exprimuntur, æquè magnæ, ac exhiberentur per simplex foramen sine lente, objectorum umbræ in eadem chartæ à foramine distantia. Cum enim radii per centrum magnitudinis lentis transeuntes virtualiter sint irrefracti, eò quòd habeant refractum respondentem parallelum, & ferè in directum jacentem, nisi quantum crassities lentis nonnihil immutat; eodem modo ab his radiis imaginis magnitudo determinabitur, ac si iidem recta per simplex foramen trajicerentur.

COROLLARIUM II.

Lentes quæ sunt majoris sphæræ segmenta, focum magis distantem habent, & consequenter imaginem objecti majorem exhibent.

PROPOSITIO LII.

Theorema.

Punctum combustionis lentis convexæ, soli expositæ indivisibile non est; sed est imago solis, major in lentibus majoris sphæricitatis.

Multi focum, seu punctum combustionis lentis convexæ soli expositæ, tanquam indivisibile malè considerant, falsasque exinde consequentias deducunt. Dico ergo illud indivisibile non esse, sed esse imaginem solis, eamque majorem à lentibus majoris sphæricitatis exhiberi.

Demonstratio. Radii solares, in lentem convexam incidentes, tam solis imaginem efformare debent; quàm radii ab alio quocumque objecto profecti, ejus imaginem exhibent: addo solem non esse aliquid indivisibile, sed habere diametrum apparentem unius semigradus: ergo possunt intelligi à singulis ejus punctis, duci radii, per centrum magnitudinis lentis, qui magnitudinem imaginis determinent, & qui sint principales, cum quibus alii ad eandem partem pertinentes uniantur, igitur tota solis imago indivisibilis non est.

Secundò cùm lens majoris sphæricitatis focum remotiorem habeat, viderimusque in præcedenti, ita esse distantiam objecti ad distantiam imaginis, ut diameter objecti ad diametrum imaginis, cum imago

Digitized by Google

imago erit remotior à lente, eò etiam major erit.

COROLLARIUM I.

Diameter imaginum ejuſdem objecti, & æquè diſtantis, à duabus lentibus expreſſæ ſe habent ut diametri ſphæricitatum.

COROLLARIUM II.

Quamvis lentes majoris ſphæricitatis focum magnum habeant, probæ tamen ſunt, quod notare volui, eò quòd nonnullos viderim qui lentes rejicerent, tanquam adulteratæ figuræ, quod focum nimis amplum haberent.

COROLLARIUM III.

Imago ſolis à lente expreſſa, ſubtendit angulum minutorum 30. ſi ergo fiat ut ſemidiameter ad ſubtenſam minutorum 30, ita diſtantia foci, ad quartum, habebitur diameter imaginis.

COROLLARIUM IV.

Inter lentes magnitudinis æqualis, illæ minus comburunt, quæ ſunt ſphæricitatis majoris, quia eum totidem radios excipiant, minus eos congregent, nempè in imaginem majorem, ergo ſunt ad comburendum ineptiores.

PROPOSITIO LIII.

Theorema.

Similes lentes inæqualium ſphærarum, æqualem luminis intenſionem videntur efficere.

Lentes ſimiles voco, quæ totidem partes ſuarum ſphærarum continent; verbi gratia duæ lentes quæ 20 gradus ſuarum ſphærarum continebunt, quamvis diameter magnitudinis unius lentis ſit dupla diametri alterius, & conſequenter quadruplò plures radios excipiat.

Demonſtratio. Diametri imaginum ſe habent ut diametri ſphærarum, ſed lentes ipſæ ſimiles ſunt in duplicata ratione diametrorum ſphæratum, & imagines in duplicata ratione ſuarum diametrorum, ergo magnitudines lentium, & magnitudines focorum ſunt in eadem ratione. Sed numerus radiorum à lentibus exceptorum, ſe habet, ut magnitudo lentium, ergo radii ab utraque lente collecti, & ſpatia in quibus uniuntur ſunt proportionalia, ergo erit æqualis intenſio, hoc eſt major lens plures excipit radios, ſed habet imaginem, ſeu focum, majorem, minor verò pauciores quidem excipit, ſed eos in ſpatium minus colligit.

Dixi præcisè luminis intenſionem, combuſtio enim alias leges ſequitur, ut experientia conſtat, nam lens aut ſpeculum diametri trium digitorum vix comburet, etiamſi hemiſphærium adæquet, ſpeculum autem trium pedum, etiamſi 40 gradus ſuæ ſphæræ non habeat potentiſſimè comburet. Quare ad combuſtionem non ſufficit habere rationem ſolius luminis in foco exiſtentis, ſed totius coni luminoſi, concurrentis ad caloris productionem.

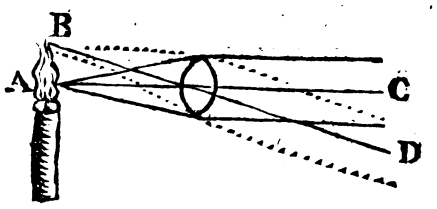
PROPOSITIO LIV.

Theorema.

Si luminoſum diviſibile in foco ſtatuatur, non omnes radii, vi lentis convexæ, remittentur paralleli.

Hæc conſideratio ſatis evincit in rebus phyſicis, mathematicam præciſionem non eſſe ſempet ſpectandum. Quare eodem prorſus modo, quo oſtendi, radios omnes ſolares, non in eodem prorſus puncto coaleſcere, eò quòd ſol indiviſibilis non ſit, ita etiam oſtendo nullum objectum ut indiviſibile ſpectari poſſe, atque adeo radios ab ipſo procedentes, non omnes vi lentis convexæ parallelos remitti.

Sit ergo cujuſcumque lentis focus A, in quo apponatur flamma candelæ, quæ trans lentem ra-



diet, dico non omnes radios, ab hac flamma in lentem incidentes remitti parallelos.

Demonſtratio. Hæc flamma indiviſibilis non eſt, ergo præter punctum A, occupabit punctum B, ergo radii à puncto A emiſſi, paralleli quidem erunt, ſed qui emittentur ex B, licèt paralleli inter ſe, prioribus tamen paralleli non erunt. Ducantur enim axes AC, BD, qui paralleli non erunt, ſed radii puncti A ſunt paralleli radio AC, & puncti B radio AD; ergo priores poſterioribus paralleli non erunt.

COROLLARIUM I.

Quamvis hic radiorum parallelismus, multum impediat luminis decrementum; nam communiter luminis intenſio minuitur, prout à luminoſo recceditur, qui ſpatium, cui idem lumen communicandum eſt augetur. Quare dum radii remittuntur paralleli, ſpatium non augetur, & conſequenter videretur eadem conſervanda luminis intenſio, quia tamen luminoſum nullum eſt indiviſibile, radii omnes paralleli non erunt, atque adeò lumen minuetur.

COROLLARIUM II.

Sequitur ex ea conſideratione ruere praxin illam, quam proferunt nonnulli, ad exprimendos characteres in maxima diſtantia. Volunt enim ut tegatur ex parte lens convexa, ſecundum figuram characterum, tum in puncto foci, fax accenſa ſtatuatur, cujus radii cum remittantur paralleli, figuram characteris non confundent, eamque in muro albo excepti expriment. Quia tamen fax non eſt aliquid indiviſibile, radii à parallelismo exorbitantes, in magna diſtantia characteres confundent. Ita multa, quæ videntur vera ſecundum mathematicam præciſionem, in praxi tamen non ſuccedunt.

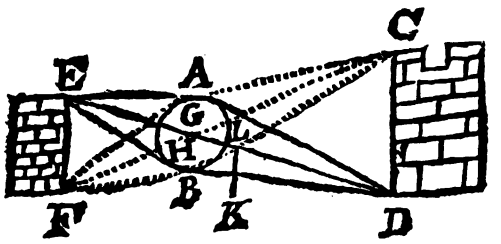
PROPO

PROPOSITIO LV.

Theorema.

Lens magis detecta imaginem non exhibet majorem sed imensiorem, & confusiorem.

Lens convexa AB, aliquando magis, aliquando minus detegatur; dico imaginis magnitudinem



eandem perseveraturam in utroque casu, forè tamen lucidiorem & confusiorem, si lens magis detegatur.

Demonstratio. Si objiciatur corpus opacum K, illud partis objecti C, intercipiet radium CB; non desinet tamen eadem pars C repræsentari in eodem loco F, per radios CAF, CGF, idem dicito de parte D, quæ exhibebitur in E, per radios DGE, DAE, ergo eadem imaginis magnitudo perseverabit.

Quia autem non est ita præcisa radiorum unio, ut qui longius ab axe distant, citius cum eo uniantur, ideoque confusionem pariant; quò pauciores erunt radii, eò præcisior, & castigatior imago exhibebitur, quò plures eò cùm majori lumine, & cum majori confusione.

COROLLARIUM I.

In tubispiciliis, quò lentes objectivæ sunt minoris sphæræ segmenta, eò minùs detegantur, quia sub eadem apertura, radios pluribus ab axe gradibus distantes excipiunt quæ non ita præcisè cum aliis uniuntur.

COROLLARIUM II.

Bullæ arenulæ, nævi sulci in materia aut politura lentium occurrentes, in imagine non apparent, licèt enim unicujusque partis, aliquem radium intercipiant, non refunduntur in unam potius imaginis partem, quam in aliam, sed omnes æqualiter afficiunt. Ita vidimus hîc aliquem, qui lentes objectivas elaborat non bene politas, sed creberrimis sulcis exaratas, quæ tamen in tubospicilio bene succederent.

COROLLARIUM III.

In tubospiciliis sive lens objectiva parum, sive multum aperiatur, totidem videbit objecta, ea scilicet quorum imaginem pupilla excipiet. Si sæpe dum solem tubo optico intuemur primam lentem aperimus tantum una semilinea, ut paucos excipiamus radios, totum tamen solem simul conspicimus.

COROLLARIUM IV.

Hinc per tubum opticum breviorem lentesque minoris sphæræ plura simul detegimus objecta, quam per longiorem tubum, quia nempe cum imago sit minor, pupillâ excipitur, quæ si major esset non exciperetur.

PROPOSITIO LVI.

Theorema.

Vide figuram præcedentem.

Imago quacumque lente convexa exhibetur in muro, major prototypo.

Supponitur lens mobilis, & murus in certa & determinata distantia. Dico posse haberi imaginem majorem prototypo.

Demonstratio. Si objectum esset in pariete remoto ultra duplum focum lentis, verbi gratiâ in CD, haberet imaginem EF se minorem: ergo si EF fiat objectum, habebit imaginem CD. Refractio enim fit reciprocè per eosdem radios. Tunc autem quò lens fuerit minoris sphæræ segmentum, eò major evadet imago prototypi vicini, sicut enim lentes minores minorem efficiunt imaginem objecti distantis, ita si imago fiat objectum habebitur imago major.

PROPOSITIO LVII.

Theorema.

Exigui prototypi, unicâ lente convexâ amplificatam imaginem, in pariete exhibere.

Vidimus hic Lugduni dioptricam machinam, sub nomine laternæ magicæ, è qua radii luminis, per tubum uno circiter pede longum erumpentes, in pariete 10 aut 12 pedes distante exigui prototypi imaginem suis coloribus illustrem, & mirum in modum amplificatam exprimebant. Prototypus autem erat imago in vitro, coloribus perlucidis depicta, cujus diameter unius, aut alterius digiti. Imago autem in pariete expressa, habebat 4 circiter pedes in diametro. E laterna tubus erumpens duplici instruebatur lente convexa quæ combinatio ad sequentem librum pertinet aliquid tamen simile unica lente tentabimus.

Instruatur laterna lente convexa, *foci trium* circiter digitorum prototypus seu *imago* supra vitrum, aut supra selinitidis folium perlucidis coloribus depicta, inter focum, & duplam foci distantiam collocetur, hoc est in distantia 4 circiter digitorum lucernæ bene accensæ, flamma sit paulò remotior, & ut ejus actio juvetur, addatur parvum speculum concavum, ut nempe imago in omnem partem radiet. Si igitur lens ab imagine removeatur, aut eidem admoveatur, invenietur tandèm situs, in quo hæc imago distinctissimè, suis expressa coloribus, & multum amplificata videbitur.

Demonstratio. Imago diaphana, tam directis facis radiis, quam reflexis à speculo illustrata, in omnem partem radiare censenda est, saltem respectu lentis: ergo à quolibet ejus puncto, in quamlibet lentis partem, aliquis ejus radius incidit. Supponitur item esse inter focum, & duplam foci distantiam, ergo aliqua ejus imago *in* muro exprimetur, si enim in muro esset prototypus satis magnus, cum distantia longè superet, duplam

Digitized by Google

duplam foci diſtantiam haberet aliquam imaginem inter focum, & duplam foci diſtantiam; ergo vicisſim ſi imago fiat prototypus, exprimetur imago in muro multum amplificata, & quia radii luminis, per imaginem iis tinguntur, perfecta ſuiſque numeris abſoluta imago in pariete videbitur. Theoriæ reſpondet praxis, diſtinctiorem enim unica lente, & majorem imaginem exhibuimus, quàm ipſe author duabus lentibus, non tamen cum tanto lumine; eò quòd ſpeculum concavum non adhiberemus.

PROPOSITIO LVIII.

Theorema.

Imago in ipſa lente depicta, poteſt ad aliquam diſtantiam exhiberi æqualis, aut etiam major.

Depingatur aliquid ſupra lentem, perlucidis, & dilutis utique coloribus, dico: Si fax ſit in puncto foci, exhiberi poterit ſupra murum æqualis prototypo.

Demonſtratio. Cum luminis radii à face in lentem incidentes, tingantur imaginis coloribus & per refractionem ita detorqueantur, ut incedant paralleli, non miſcebuntur, nec colores confundent. Si verò fax propius admoveatur, radii fient divergentes, & conſequenter imago major prototypo exprimetur. Si fax longius diſtet, in aliquo ſitu ejus flamma diſtinctiſſimè, ſupra murum inverſo ſitu apparebit, tunc autem erit confuſio imaginis, tunc enim flamma facis apparet diſtincta in pariete, quando radii omnes ab eadem ejus parte prodeuntes, & in diverſas lentis partes incidentes, uniuntur, qui cum tingantur facis coloribus, in qualibet parte erunt radii omnium colorum.

Denique ſi fax eſſet remotior, omnes radii unirentur in foco lentis, rurſuſque poſt unionem ſepararentur, poſſentque imaginem amplificatam referre. Ita ſolemus animalculum lenti imponere, radioſque ſolares tranſmittere, habemuſque ad duplam foci diſtantiam, imaginem prototypo æqualem, in majori vero diſtantia majorem prout libuerit, ſed ſenſim langueſcentem, eò quòd radii diſtrahantur, ſemperque remiſſiores evadant.

Quæ hactenus circa ſphæricas lentes explicuimus, ad communem tubo ſpiciliorum conſtructionem ſufficere poſſunt, quia tamen nonnulli, ſphæricas lentes non ita exactas exiſtimant, præſertimque hyperbolicas, aut ellypticas, de iis etiam agendum eſſe cenſeo. Quamvis autem in eo ſphæricis præſtare videantur, quod omnes radios axi parallelos præcisè in eodem puncto axis adunent, tanta tamen eſt in iis elaborandis difficultas ut ſupervacaneum putem, in iis diutius immorari. Paucis igitur propoſitionibus totam hanc doctrinam comprehendo.

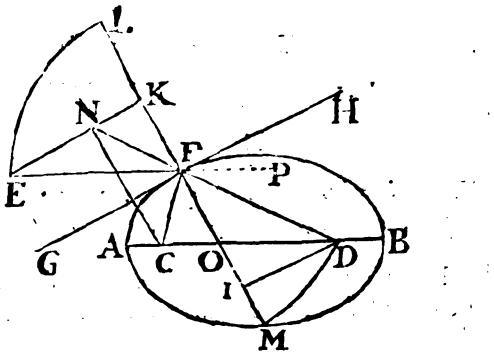
PROPOSITIO LIX.

Problema.

Ellypſin deſcribere, quæ refractè radios axi parallelos in eodem præcisè puncto uniat.

Eò quòd ſphæricæ lentes, non in eodem præcisè axis puncto, radios illi parallelos uniant, ſed aliquos in majori, alios in minori diſtantia, ideo cogimur in teleſcopiis lentes non parum detegere. Ex quo fit, ut non multos radios rejiciamus, qui ſi adeſſent, lucidiorem exhiberent objecti imaginem. Quærunt ergo nonnulli alias figuras, quas putant aptiores ad imaginem præciſiorem exhibendam, inter quas Ellypſin reponit Carteſius, cujus doctrinam & faciliorem reddam omniumque captui accommodabo.

Suppono primò cognitam eſſe rationem ſinus anguli inclinationis, ad ſinum anguli refracti, dum fit tranſitus ab aëre in vitrum, quæ communiter eſt ut 3 ad 2.



Fiat ellypſis cujus major diameter AB ſe habeat ad CD focorum diſtantiam, ut 3 ad 2, tum ex circumvolutione hujus ellypſis generetur corpus ſolidum ellypticum ex vitro, aut chryſtallo; dico omnem radium EF parallelum axi AB, incidentem in convexam ſuperficiem, hujus ellypticæ lentis, ita detorqueri vi refractionis factæ in puncto F, ut concurrat cum axe, in foco remotiore, nempe in puncto D. GH tangat ellypſin in puncto F ad quam ſit perpendicularis LM, eritque EFK angulus inclinationis; ſit EF æqualis FD, tum ex puncto F ut centro, eodem intervallo deſcribantur arcus DM, EL, ductiſque ad lineam LM perpendicularibus EK, DI, erit EK, ſinus anguli inclinationis EFK, & ID ſinus anguli MFD, quem conteudo eſſe angulum refractum debitum huic inclinationi, hoc eſt, eſſe IK ad ID, ſicut AB ad CD, ſeu ut 3 ad 2, ſit C M lineæ L M parallela, producaturque DF, donec concurrat cum CN, in puncto quocumque N.

Suppono autem duo ex deſcriptione ellypſis quam dedimus in catoptrica, lineas FC, CD ſimul ſumptas æquales eſſe diametro AB, item angulum CFD bifariam dividi linea FO.

Demonſtratio. Cum lineæ CN, LM ſint parallelæ, erunt anguli alterni NCF, CFN, æquales, ſed cum angulus CFD ſit diviſus bifariàm angulus C F N angulo OFD æqualis eſt, & hic oppoſito ad eaſdem partes C N F; ergo anguli NCF, CNF æquales ſunt, & (*per* 6. 1.) lineæ CF, FN æquales erunt, & cum CF, FD æquales ſint, lineæ AB erunt AB, DN æquales, & (*per* 4.6.) cum ſit ut CN ad CD, ita FD ad OD; ergo ita eſt AB ad CD, ut FD ad OD. Item cum triangula EFK, DIO præter angulos rectos K & I habeant angulos EFK, & COF, ſeu DOI æquales, ita erit EF, ſeu FD illi æqualis ad OD, ſicut EK ad DI; ergo ita eſt EK, ſinus inclinationis ad ID ſinum anguli refracti IFD, ſicut AB ad CD; quod demonſtrandum erat.

COROLLARIUM I.

Si detur vitrum ellypticum ſolidum ſpectetur-que ſola prima refractio, omnis radius axi paral-lelus incidens in convexam ſuperficiem, qualis eſt EF, uniretur in puncto D.

COROLLARIUM II.

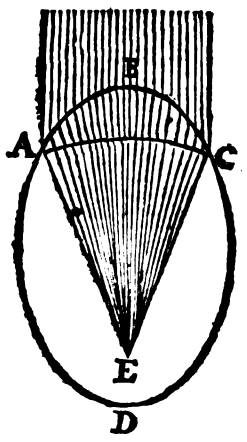
Pariter ſi daretur concava ſuperficies ellyptica in vitro, qualis eſt FAM, in quam incideret radius PF parallelus axi, hic refringeretur in FN, & di-vergeret à puncto D. In tali enim caſu angulus inclinationis eſſet PFO æqualis oppoſito EFL, cui reſponderet angulus refractus EFN, æqualis op-poſito OFD.

PROPOSITIO LX.

Theorema.

Varias lunulas ellypticas efformare, quibus radii paralleli axi, in uno præcisè puncto uniantur.

Deſcribatur ellypſis ABCD cujus maxima dia-meter, ad focorum diſtantiam ſit ut 3 ad 2; ſit-



que unus ex focis punctum E, ex quo ut centro deſcribatur arcus AC. Dico meniſcum ABC, om-nes radios axi parallelos unire præcisè in pun-cto E.

Demonſtratio. (*Per præcedentem*) radii omnes axi paralleli, vi primæ refractionis in convexa ſuperficie ABC factæ, diriguntur ad punctum E, ſed punctum E eſt centrum circuli AC; ergo hi radii ad ſuperficiem concavam meniſci ſunt per-pendiculares; nullamque propterea in ea refra-ctionem patiuntur: ergo præcisè in puncto E uniuntur.

COROLLARIUM.

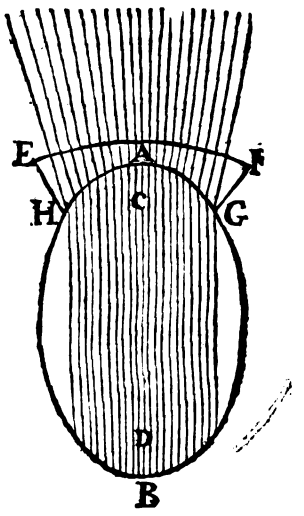
Si lucidum ſtatuatur in puncto E, radii remit-tentur paralleli.

PROPOSITIO LXI.

Problema.

Specillum ellyptico-concavum conſtruere, quadradios axi parallelos, remittat ab eodem puncto divergentes.

Deſcribatur ellypſis AHB, cujus maximus axis AB, eam habeat rationem, ad D focorum diſtan-tiam, quam habent 3 ad 2. Tum ex puncto D, foco remotiore, deſcribatur arcus EF, dico quod



ſi figura EFGH circumvolvatur circa axem AB, generabitur corpus ſolidum. Quod ſi vitreum ſit, omnes radios axi AB parallelos, in concavam ſu-perficiem HAG incidentes vi refractionis, remit-tet divergentes quaſi procederent à puncto D.

Demonſtratio. (*Per coroll. 2. prop. 57.*) radii omnes axi paralleli, in concavam ellypticæ lentis ſuperficiem incidente, ita refringuntur in ingreſſu vitri, ut divergant à puncto E, quod cum ſit cen-trum arcus EF; hæ radii, ad ſuperficiem con-vexam perpendiculares erunt, nullamque in egreſſu novam refractionem patientur: ergo perſevera-bunt divergentes à puncto D; quod erat demon-ſtrandum.

COROLLARIUM I.

Si radii convergerent ad punctum D, & ita in-ciderent in EF convexam ſpecilli ſuperficiem, re-mitterentur axi paralleli, refractio enim fit recì-procè per eoſdem radios.

COROLLARIUM II.

Quia tamen nullus hactenus quod ſciam, ela-borare potuit lentes ellypticas; machinæ enim quæ à Carteſio proferuntur, ſatis indicant eum in poliendis ſpecillis, non eſſe verſatum, peccant enim in primo ut ita dicam principio. Inveniemus facilè circulum qui proximè accedat ad ellypſin. Determinata enim ſeu deſcripta ellypſi, cum iis conditionibus, quas propoſitio 57. exigit. Per tria ejus puncta HAC deſcribatur circulus, ita parum aberrabit ab ellypſi, ut defectus omnem artificum diligentiam effugiat.

PROPOSITIO LXII.

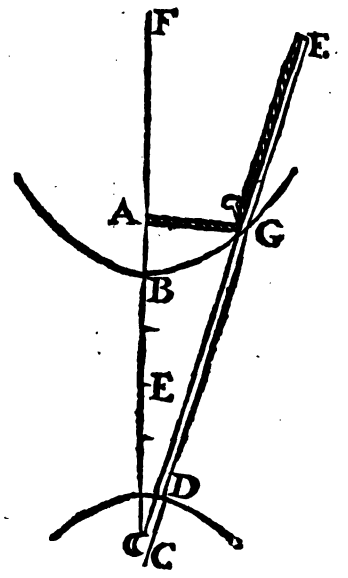
Problema.

Deſcriptio hyperbolæ.

Ut ſphærici ſpecilli defectibus nempe quod omnes ejuſdem partis objecti radios, non præ-cisè in eodem axis puncto congreget, atque adeo minus accuratam reddat imaginem, ad hyperbo-lam confugerunt nonnulli; quam ſummis pro-pterea laudibus extulerunt nonnulli, quaſi huic operi accommodatiſſimam. Ego verè licet ſatis ſciam in praxi nunquam fuiſſe adhibitam, exiſti-memque

Digitized by Google

mèmque ex ea non plus emolumenti hauriri poſſe, quam ex ſphæricis, propter rationes infra explicandas, hanc tamen prætorire non poſſum. Incipio ergo ab hyperbolæ deſcriptione, ex qua præcisè eas proprietates, demonſtrabo, quæ ad hoc inſtitutum pertinent, ne propterea cogamur tractatum integrum de ſectionibus conicis accerſere.



Sit data foci diſtantia BC, nempe deſcribenda ſit hyperbola, cujus figuram ſi habeat ſpecillum plano-hyperbolicum, radios axi parallelos, debeat adunare ad diſtantiam BC. Sit DC quinta pars lineæ BC, ſitque AB æqualis DC. Ita ut tota AC ad BD. Sit ut 6 ad 4, ſeu ut 3 ad 2. In puncto C affigatur regula volubilis æqualis lineæ C F. Tum in regulæ extremo puncto E annectatus funiculus AGE, æqualis lineæ FBA, illiuſque fili aliud extremum affigatur puncto A. Ita circumvolvatur regula, ut filum graphio G contra regulam affigatur, deſcribeturque à graphio A, aliqua linea, quam hyperbolam voco. Vocetur ejus focus A, vertex B, focus contrapoſitæ hyperbolæ ſit C. Hujus lineæ proprietates nonnullas hic explico.

PROPOSITIO LXIII.

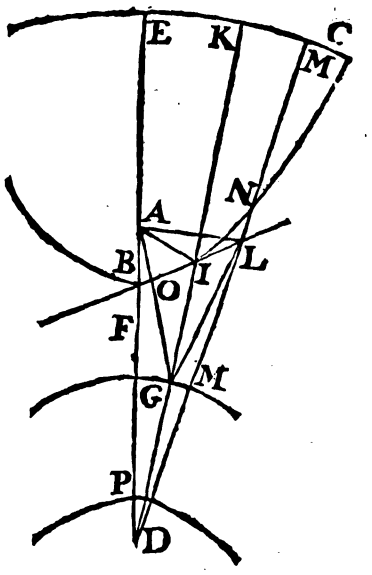
Problema.

Hyperbolam deſcribere, in eaque determinare tangentem cateraſque proprietates explicare.

Proponatur hyperbola BC ſuperiori propoſitione deſcripta, cujus A ſit focus, & D focus contra poſitæ longitudo regulæ quæ deſcripta eſt, ſit DE longitudo funis ſit EBA, quibus æquales ſint EB, BF. Ex puncto D deſcribatur circulus FG, & intervallo regulæ circulus EKC, regula deſcribendo hyperbolam perveniat in K, ſitque punctum hyperbolæ I, ducatur linea AI, item AG ad quam IO ſit perpendicularis. Dico lineam OI eſſe tangentem, ſeu tangere hyperbolam in puncto I, ita ut præter punctum I, ſit tota extra hyperbolam.

Demonſtratio. Cum lineæ FE, aut GK ſint æquales funi, ſicut & AI, IK, ablata communi IK, AI, IG æquales erunt. Quare in triangulis

rectangulis AIB, OIG, cum (*per* 47. 1.) quadratum ex AI æquale ſit quadratis ex AG, OI, ſicum

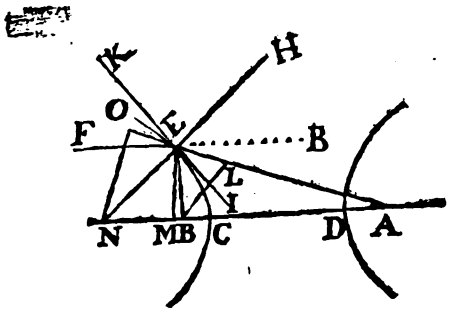


quadratum IG, quadratis ex OE, OI, ſintque quadrata AI, IG æqualia quadrata ex AO, OI, & quadrata ex OG, OI æqualia erũt, & ablato communi OI, quadrata AO, OG æqualia erunt, & conſequẽter triangula in omni ſenſu æqualia erunt, eruntque (*per* 6. 1.) anguli AIO, OIG æquales, hoc eſt linea tangens OI, dividit bifariam angulum AIG. Dubitetur jam an punctum L ejuſdem tangentis ſit extra hyperbolam lineæ AL GL facilè demonſtrantur æquales (*per* 4. 1.) ſunt autem in triangulo GDL, latera GD, GL, majora reliquo DL; quare ablatis DG, DM æqualibus, reſtabunt erit GL, ſeu AI, major quam LM, & addita communi LC, erunt AL, LC majores linea MC, ſeu funi EF. Non poterit ergo funis extendi uſque ad L; ergo punctum L eſt extra hyperbolam. Idem probatur de quolibet alio puncto lineæ tangentis OIL, excepto puncto I; ergo tangit hyperbolam in ſolo puncto I.

PROPOSITIO LXIV.

Problema.

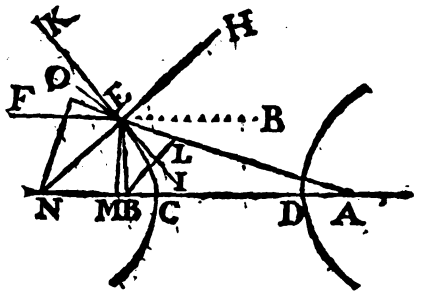
Hyperbolam deſcribere in quam radii incidentes paralleli axi uniantur in foco contrapoſita hyperbola.



Deſcribatur (*per* 60.) hyperbola EC, ſintque

 puncta

puncta focorum A & B ſitque AB ad CD ut 3 ad 2. Dico hyperbolam EC talem eſſe, ut ſi ex ejus



circumvolutione circa axem, formaretur lens hyperbolyco-plana radii paralleli, axi ut EF, unirétur vi refractionis in puncto foci A. Linea IEK tangat hyperbolam in puncto E, ad quam ſit perpendicularis N E H. Sit AL æqualis C D, ducaturque BL, ad quam (*per præcedentem*) perpendicularis eſt tangens F I, ſicut perpendicularis eſt ad NH, ſunt ergo NH, BL parallelæ. Producatur AE in O, ſitque NO perpendicularis ad AO.

Radius EF incidat in lentis planam ſuperficiem, in ea nullam patietur refractionem cum ſit perpendicularis, patieturque tantum in egreſſu, dico quod talem patietur, ut tendat ad punctum A. Nempè ſinus anguli inclinationis FEN, ſe habebit ad ſinum anguli refracti H E A, ut 2 ad 3, ſeu ut AB ad C D, ſeu ut A B ad AL. Demittatur E M perpendicularis ad AN, ſi N E ſupponatur ſemidiameter erit E M ſinus anguli ENM ſeu alterni F E N, & NO ſinus anguli OEN ſeu oppoſiti N E A.

Demonſtratio. Cum NH, BL ſint parallelæ, ita erit (*per* 4.6.) AB ad AL, ſeu CD, ut AN ad AE, triangula autem AEM, AON ſunt rectangula in O & M, habentque angulum A communem, ſunt ergo æquiangula & (*per* 5. 6.) Eſt igitur ut hypothenuſa A N ad hypothenuſam AE, ut O N ſinus anguli inclinationis FEH ad E M ſinum anguli refracti HEA; ut autem AN ad AE, ita oſtendimus eſſe AB ad AL, ſeu CD. Igitur ita eſt ſinus anguli inclinationis ad ſinum anguli refractit, ut CD ad AB, quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM.

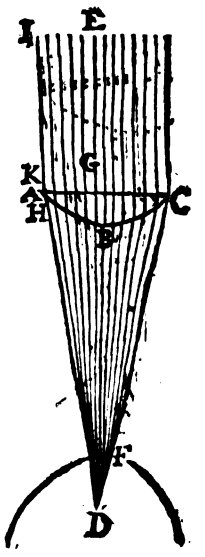
Supponatur lens hyperbolica plano-concava, ſitque radius B E, qui incidat in planam ſuperficiem, quia ad eam perpendicularis eſt, non refringetur, patieturque refractionem, ubi in aërem erumpet in puncto E, dico eum refringendum in EO, & divergere à puncto A foco contrapoſitæ hyperbolæ. Nam angulus inclinationis eſt BEH, æqualis angulo FEN, ſeu alterno ENM, cujus ſinus eſt E M cui reſpondet angulus refractus O E N, cujus ſinus eſt O N. Oſtendimus autem ita eſſe ON ad EM ut AB ad CD, ſeu ut 3 ad 2, ut ſe habet ſinus anguli refracti, ad ſinum anguli inclinationis in egreſſu vitri in aërem.

PROPOSITIO LXV.

Problema.

Specillum plano-hyperbolicum convexum unis omnes radios axi parallelos præciſè in eodem puncto.

Sit ſpecillum A B C plano-hyperbolicum convexum, ita tamen ut diſtantia focorum, ad diſtantiam verticum ſit ut 3 ad 2. Nempè ſit talis hyperbola ABC, cui ſubtendatur linea recta AC, totaque figura *circumvolvi intelligatur* circa axem D B E, generabitur fuſum hyperbolicum, quod ſi fuerit ex vitro, refringet omnes radios axi parallelos, præciſè in puncto D, ſeu foco oppoſitæ hyperbolæ.



Proponatur quilibet radius I K axi parallelus, intelligaturque planum ductum, per hunc radium, & per axem, eritque hyperbola ABC illius plani, & ſpecilli hyperbolici ſectio, radius autem HI, in ſuperficie plana ad quam eſt perpendicularis nullam patitur refractionem, atque adeo in ipſo ſpecillo radius KH eſt parallelus axi: ergo (*per præcedentem*) conveniet cum axe in puncto D. Idem probabo de omnibus aliis radiis axi parallelis: ergo omnes radii axi paralleli in punctum D confluent, quod demonſtrandum erat.

COROLLARIUM.

Si lucidum in puncto D comparationis contrapoſitæ hyperbolæ ſtatuatur, radii ab eo in lentem plano-hyperbolicam incidentes fient paralleli, cum refractio reciprocè per eaſdem lineas fiat.

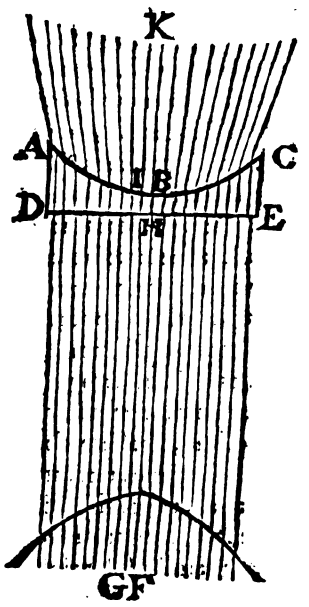
PROPOSITIO LXVI.

Theorema.

Specillum plano-hyperbolicum concavum, radios axi parallelos remittit divergentes à foco contrapoſitæ hyperbolæ.

Proponitur ſpecillum plano-concavum hyperbolicum

bolicum, generatum à circumvolutione hyperbolæ cujus focorum distantia, ad verticum distantiam se habeat, ut 3 ad 2. Dico omnes radios axi parallelos, fieri divergentes, à puncto comparationis hyperbolæ oppositæ. Proponatur enim radius GH, si intelligatur planum per axem FB, & radium GH ductum, illius communis sectio cum specillo solido erit figura ABCED.

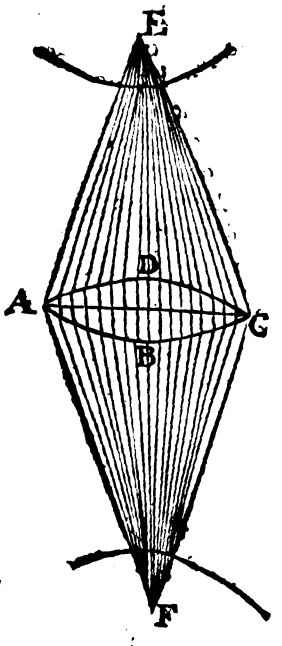


Demonstratio. Radius H G in superficie plana cui perpendicularis est, nullam patitur refractionem, atque adeo radius HI, in ipso vitro parallelus erit, sed (*per coroll. prop. 3,*) talis radius ita refringitur in concava superficie, ut divergat, à foco oppositæ hyperbolæ; & hoc de omnibus pariter demonstrari potest, ergo omnes radii axi paralleli remittentur divergentes ab oppositio foco, quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO LXVII.

Theorema.

Lens hyperbolica utrinque convexa, radios ab unius hyperbolæ foco remoto prodeuntes, in alterius focum etiam remotum remittit.



Lens ABGD sit utrinque convexa-hyperbolica, sive hyperbolæ sint æquales sive non; modo utraque se habeat, ut ratio distantiæ focorum, ad distantiam verticum, sit ut 3 ad 2. Lucidum statuatur in puncto E comparationis oppositæ ipsi A D C. Dico forè ut omnes radii concurrant in puncto F, focum scilicet hyperbolæ oppositi ipsi A B C.

Demonstratio. (*Per 61.*) radii procedentes à puncto E intra lentem fiunt paralleli ut primæ refractionis, & qui sunt paralleli vi secundæ uniuntur in puncto F, ergo radii procedentes à puncto E uniuntur in puncto F.

COROLLARIUM.

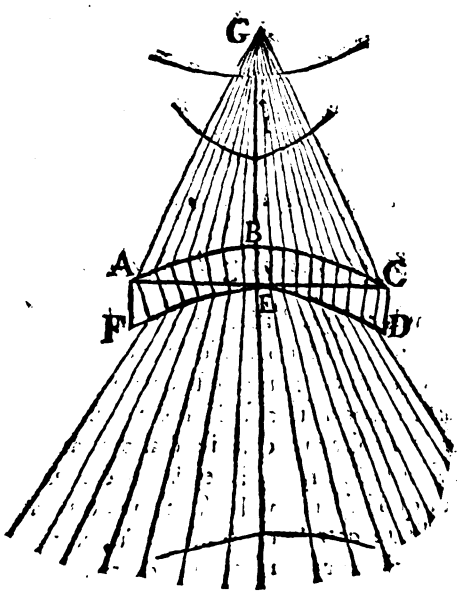
Hæc propositio locum habet etiam si duæ semilentes hyperbolicæ ab invicem distarent quantum libuerit, modo superficies planæ se respiciant, sintque invicem parallelæ; quia cum radii intra lentes paralleli incidant perpendiculariter in superficies planas, in iis non refringentur, nec parallelismum amittent.

PROPOSITIO LXVIII.

Theorema.

Impropria menisci hyperbolica radios prodeuntes à foco remotiore concavitatis, remittit ut divergentes à foco remotiore convexitatis.

Menisci ABCDEF, composita ex duabus hyperbolis, eundem axem habentibus, sitque punctum G focus remotior hyperbolæ convexitatis,



& I focus remotior hyperbolæ concavitatis; nam ut sit menisci impropriè dicta, debet concavitas prævalere, hoc est esse acutior ut vocant, atque adeo habere focum, non ita distantem. Dico ergo si lucidum statuatur in puncto G, post duplicem refractionem radii divergent à puncto I.

Demonstratio. (*per 63.*) radii à puncto G prodeuntes fiunt vi primæ refractionis paralleli intra lentem: & (*per corollarium ejusdem*) radii intra lentem paralleli axi, divergunt quasi à foco remotiore concavitatis, hoc est quasi à puncto I, quod erat ostendendum.

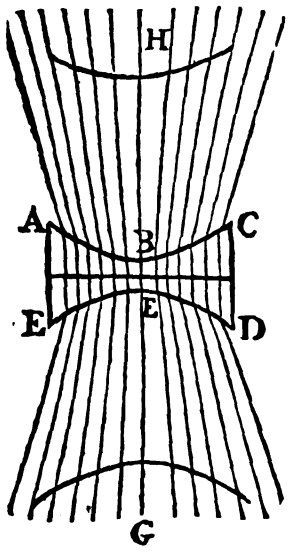
Digitized by Google

PROPOSITIO LXIX.

Theorema.

Specillum utrinque cavum hyperbolicum, radios ad unius focum remotiorem convergentes, remittit divergentes ab alterius foco remotiore.

Sit ſpecillum utrinque cavum hyperbolicum ABCDEF. Sitque H punctum comparationis hy-



perbolæ oppoſitæ ipſi ED, ſicut G illius quæ opponitur hyperbolæ ABC. Dico radios convergentes ad punctum G, remitti divergentes, quaſi procederent ex puncto H.

Demonſtratio. (*Per coroll. 6.*) radii ad punctum G tendentes, ſi ipſis occurrat hyperbola ABC, vi primæ refractionis fiunt paralleli, & per primam partem, radii paralleli ita remittuntur ac ſi procederent ex foco remotiore; ergo vi ſecundæ refractionis ita detorquebuntur ac ſi procederent ex puncto H; quod erat demonſtrandum.

Obſervatio magni momenti.

Quamvis ea quæ hactenus diximus tam de ellypſi, quam de hyperbola videantur demonſtrari ad uſum dioptricũ, eas, figuras eſſe accómodatiſſimas, non tamen puto id tam facilè concedendum. Nam præter difficultatem quæ in elaborandis hujuſmodi figuris occurrit, à nemine hactenus ſuperatam, quod ſciam, multa ſunt alia, quæ de earum utilitate detrahunt. Quod enim pertinet ad difficultatem, nullum unquam reperi artificem, qui ſe ellypticam, aut hyperbolicam figuram vitro ſe inducturum ſponderet, nam machinæ omnes quæ à Cartheſio ad hoc inſtitutum proponuntur, inter nugas à peritis reponuntur, quippe quæ graviter contra principia practica peccent, oſtendantque earum inventorem, nunquam in elaborandis lentibus incubuiſſe. Addo inſuper perfectiſſimam ellypſin, aut hyperbolam, minùs aptam eſſe ad teleſcopia formanda, juvandamque viſionem, (qui verus eſt unicus hujus & ſcientiæ ſcopus) quàm ſphæricas.

Neque enim unicum tantum objecti punctum quod in axe jaceat ſpectare volumus, ſed ea etiam quæ ſunt axi vicina. Non demonſtratur autem in lente ellyptica, aut hyperbolica radios ab aliqua objecti parte extra axem poſita procedentes, & in eas incidentes, in eodem præcisè puncto adunari. Quamvis enim demonſtratum ſit, puncta lucidi in axe poſita, habere focum præciſum in axe, in quo radii omnes uniantur, nihil tamen de lucido extra axem poſito actum fuit, cujus radii magis exorbitabunt in lente hyperbolica, aut ellyptica, quam in ſphæricis.

Attulit ad me aliquando vir Nobilis Dominus de Vizancourt lentem hyperbolicam ocularem, quam propriis manibus elaborarat, hæc autem ſaltem ad ſenſum ab hyperbolæ figura non aberrabat. Experti autem ſumus quid tandem mirabile præ ſphæricis præſtare poſſet. Aptataque lente objectiva tubo ſeptem aut octo pedumſi ſumus hyperbolica illa lente pro oculari. Notavimus autem objecta media, & in axe ſita bene diſtincta, & optimo ſitu exhibere, quæ vero eſſent extra axem nonnihil diſtorta, & ſitu alieno. Comparavimus autem aliam lentem ſphæricam cujus focus propius accederet ad focum hujus hyperbolæ, deprehendimuſque ſphæricam, æquè bene diſtinguere objecta media, ſeu juxta axem poſita, alia verò longè melius exhibere. Ex quibus colligo teleſcopia lentibus hyperbolicis, aut ellypticis, inſtructa, non fore præſtantiora. Nam quod pertinet ad lentem objectivam, præcipuè verò quæ ſit majoris ſphæræ ſegmentum, eam puto ab hyperbola, aut ellypſi, ejuſdem foci ita parum deflectere ut defectus humanam ſuperet diligentiam. Deſcribatur enim hyperbola, aut ellypſis, invenieſque circulum deſcribi poſſe, qui cum ea ſenſibiliter congruat, ſaltem ſecundùm eam partem, quæ in teleſcopio detegitur. Unde puto inutile eſſe in lentibus objectivis, hyperbolam, aut ellypſin adhibere; ſoliſque lentibus ocularibus aut myoptris concavis eſſent hæ figuræ tribuendæ, ſi aliquid utilitatis inde ſperandum foret. Puto tamen inutilem fore omnem conatum. Quare diutius non immorabor, ea tamen volui tradere, quæ ſufficerent ad doctrinam, ne in hoc opere noſtro aliquid deeſſe videretur.

Digitized by Google

DIOPTRICES

LIBER SECUNDUS.

Variæ ſpecillorum combinationes.

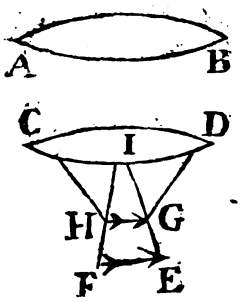
IN ſuperiori libro refractionum leges communes tradidimus, proprietatéſque, & accidentia corporum, quibus communiter ad detorquendos radios juvandámque viſionem utimur, explicuimus. Ea tamen corpora ut ſolitariè & ſeorſim ſumpta conſideravimus, neque adhuc inquiſivimus quàm variè detorquerentur radii, dum ab una in aliam lentem ſive cavam, ſive convexam inciderent; quid in oculo præſtarent dum variè detorti, in illam impingerent, quæ omnia ſibi vendicat hic liber, explicanda, & enucleanda minutiùs ſuſcipit.

PROPOSITIO I.

Si lens convexa poſt alteram ante punctum concurſûs foci adhibeatur, accelerabitur concurſus penicillorum, ſitque imago diſtincta objectorum diſtantium minor.

SInt duæ lentes AB, CD, per quas idem objectum radiet; voco autem objectum remotum, quod magis diſtat à prima lente, quam ſit ejus focus; dico quod ſi lens AB exprimit imaginem objecti KL in FE, hoc eſt, ſi in F fit unio radiorum ad punctum L pertinentium, & radiorum ex puncto K prodeuntium in E, ita ut totalis imago ſit EF, fore ut adhibita alia lente convexa inter AB, & EF; citius fiat unio penicillorum, & imago diſtincta ſit in GH multò minor quam FE.





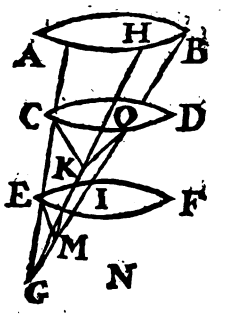
Demonſtratio. Radii ex puncto K prodeuntes vi primæ lentis convergunt ad E, poſt lentem AB, ſicut qui ex L procedunt, tendunt ad F, & ſic convergentes incidunt in lentem CD, ergo propius unientur in aliquo radio per centrum I lentis CD tranſeunte; & hoc (*per coroll. 54. 1.*) ergo propius fit concurſus penicillorum quod erat primum. Quia autem ille radiorum concurſus fit in iis radiis qui tranſeunt per centrum aut verticem I, erit imago minor ut GH; quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO II.

Theorema.

In eodem caſu, quò magis ſecunda lens removebitur à prima, eò major erit imago; ſed ſemper minor quàm quæ per ſolam primam lentem exhiberetur.

Sit lens AB, quæ ſi objiceretur objecto diſſito, repræſentaret partem ejus aliquam in puncto G.



dico ſi alia lens convexa inter punctum & lentem AB ſtatuatur, quò longius à lente AB diſtabit ut in EF, eò major erit imago. Nam ſi ſit in CD, ſit radius HOG per centrum ejus magnitudinis, incidens, qui ferè irrefractus erit. Unianturque in ejus puncto K reliqui radii, eritque punctum K locus imaginis illius objecti, qui repræſentatur in puncto G vi ſolius primæ lentis. Sit jam lens in EF, eſt alius radius qui tranſit per centrum magnitudinis lentis EF nempe radius BIG, & in eo unientur reliqui omnes, uniantur in puncto M. Cum ſemper ſit eadem lens quæ radios ſimiliter convergentes unit in eadem diſtantia, erunt IM, KO aut æquales aut proximè æquales: ſed (*per 16. 1.*) angulus MIN major eſt interno GO; igitur punctum M magis diſtat ab axe HN, quam punctum K. Idem probabo facilè in quolibet penicillo ex alia parte poſito; igitur tota imago quæ exprimitur adhibitâ lente EF, major eſt quam ea quæ exprimeretur adhibita lente CD utraque tamen minor eſt quam quæ à ſola lente AB procederet; ut patet.

COROL

COROLLARIUM I.

Si lentes AB,CD aut EF ſunt æqualium ſphærarum portiones; imago quæ exhibetur, adhibita duplici lente, erit minor, tam eâ, quæ exhiberetur lente ſola AB; quam quæ à ſola CD, aut EF produceretur. Cum enim quæ à duabus producitur, minor ſit ea quæ ab lente ſola AB procedit; hæc autem æqualis ſit illi, quæ adhibita ſola CD exiberetur, cum lentes AB, CD aut EF ſint æquales. Sequitur imaginem ortam, ex duabus lentibus æqualibus, minorem eſſe imagine utriuſque ſeorſim ſpectatæ.

COROLLARIUM II.

Si ſecunda lens ſit majoris ſphæræ portio quàm prima; imago ex utraque ſimul orta minor etiam eſt illa quæ ab utralibet ſeorſim ſumpta procedit. Cum enim imago duarum ſimul minor ſit imagine primæ ſeorſim ſumptæ, & imago primæ ſit minor imagine ſecundæ, erit etiam duarum ſimul imago minor imagine ſecundæ ſeorſim ſumptæ.

COROLLARIUM III.

Si adhuc tertia & 4. lens adhiberetur adhuc minor fieret imago; modo adhiberetur ante concurſum ortum ex duplici lente.

COROLLARIUM IV.

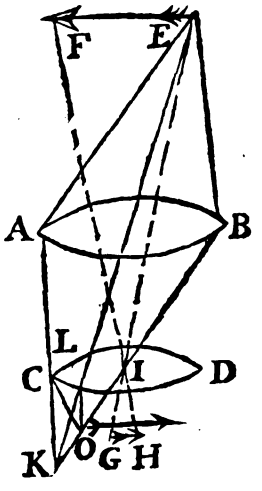
Dum lentes convexæ ſe tangunt, fit minima imago quæ ex illis ſimul ſumptis oriri poteſt. Nam per præcedentem, quò magis ſecunda lens à ptima removebitur, eò major fit imago, modò ſecunda intra focum primæ conſiſtat.

PROPOSITIO III.

Theorema.

Si poſt lentem convexam majorem adhibeatur lens convexa minor, fieri poterit ut imago utriuſque ſimul poſitæ major ſit, imagine minoris lentis.

Sit lens AB major, CD minor, ſitque objectum EF, cujus imago vi minoris lentis CD de-



pingatur in GH, nempe EIG, FIH per centrum magnitudinis ejus tranſeuntibus, dico poſſe adhiberi lentem majorem AB, ita ut imago, quæ ab utraque oriatur major ſit, quam imago GH. Ita diſponatur utraque lens, ut baſis *diſtinctionis* primæ lentis ſeorſim ſumptæ, ſit in eodem plano in quo GH, hoc eſt ſit punctum K extremitas unius penicilli, ſeu ſit K imago puncti E, à *ſola* lente AB procedens; incidantque radii AC, BK & alii in ſecundam lentem & BIK tranſeat per centrum aut verticem I. Quia interſecat radium EIG in puncto I poſt eam interſectionem magis recedet ab axe, quam radius IG, alii autem radii, AC,EL unientur cum radio IA in aliquo puncto viciniore quidem quam ſit punctum K. Quia nempe radii AK, EK, BK convergunt ad punctum K. Uniantur ergo in puncto O, fieri poterit ut radius IO tam magnum angulum comprehendat, cum radio IG, ut punctum O magis recedat ab axe quàm punctum G. Pariter oſtendam fieri poſſe, ut ex alia parte imago puncti F ex duabus lentibus procedens magis recedat ab axe, quàm punctum H; igitur tota imago à duabus lentibus efformata, major erit quàm quæ à ſola minori lente exprimitur.

COROLLARIUM I.

Sequitur quod lens ſecunda habeat imaginem ſub majori angulo comprehenſam quam ſi ſola eſſet. Ideoque ſi ſecunda lens ſit oculus majus videbitur objectum.

COROLLARIUM II.

Ad videnda objecta remota quæ ſupponantur confusè videri, ſi quis utatur lente convexa eamque minus removeat quam ſit illius baſis diſtinctionis, ſi hæc lens ſit, ejuſdem virtutis cum cryſtallino, non augebuntur objecta. Si fuerit magis convexa, quàm cryſtallinus objecta minora apparebunt. Si *fuerit lens adhibita* major, poterit fieri ut objecta majora appareant.

Ratio eſt quia oculus habet rationem lentis, convexæ ut oſtendimus primo libro: ſed (*per cor. 2. hujus*) ſi lentis convexæ præponatur minor aut æqualis, imago duarum ſimul ſit minor quam prioris, igitur ſi oculo adhibeantur lens, aut æqualis, cum ipſo convexitatis; aut minoris ſphæræ portio, decreſcet imago objecti in retina; ſi vero adhibeatur lens quæ ſit majoris ſphæræ ſegmentum; poterit augeri imago, modo lens *illa* multum ab oculo removeatur (*per præcedentem*) Suppono autem in his caſibus retinam *poſſe* accedere & excipere imaginem *diſtinctam* quod accidet, ſi antea videbat objecta confusè. Eô quod retina eſſet nimis vicina chryſtallino; ut accidit in presbytis maximè iis qui habuerunt cataractam.

PROPOSITIO IV.

Theorema.

Baſis diſtinctionis duarum ſimul lentium, minus diſtat ab ultima lente, quam baſis diſtinctionis illius ſolitariæ ſumptæ.

In præcedenti figura ſit GH baſis diſtinctionis lentis CD ſeorſim ſumptæ. Dico ſi adhibeatur altera lens AB, ita ut fiat alia imago, ab utraque lente; qualis eſt imago objecti E in puncto O, dico inquam minorem eſſe diſtantiam hujus ſecundæ imaginis à lente CD, quàm ſit imaginis GH, ab eadem lente.

Demonſtratio

Digitized by Google

Demonstratio. Cum enim imago GH, verbi gratiâ punctum ejus G, formetur à radiis à puncto E, in lentem CD incidentibus; & consequenter divergentibus, punctum verò O, alterius imaginis oriatur ex radiis jam refractis & ad concursum properantibus, tardius unientur (*per corol.* 19.) qui ex puncto E rectà tendunt ad lentem CD, ideoque major erit distantia imaginis GH à lente CD; quàm imaginis O ab eadem lente; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Si oculus objectum dissitum distinctè sine lente videat, adhibita lente convexa, obscurè idem objectum videbit. Si enim sine lente objectum dissitum videt; ejus retina præcisè est in basi distinctionis sui crystallini, nempè præcisè in loco in quo imago est distinctissima. Si verò adhibeatur lens convexa, basis distinctionis fit propior crystallino; atque adeo vix poterit retina ita moveri, ut hanc imaginem in sua distinctione excipiat. Cum autem radii formantes quemlibet penicillum post concursum rursus ab invicem discedant, necessariò erit in retina imago confusa, & consequenter visio confusa, major tamen quia sub majori angulo.

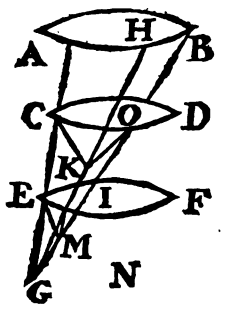
PROPOSITIO V.

Theorema.

Si duæ lentes convexæ modò supradicto jungantur, quò magis secunda à prima distabit; eò minùs imago distabit à secunda lente.

In figura propositionis 2. dico imaginem K magis distare à lente CD, quam imaginem M à lente EF.

Demonstratio. (*Per coroll.* 2. 19. *præcedentis*)

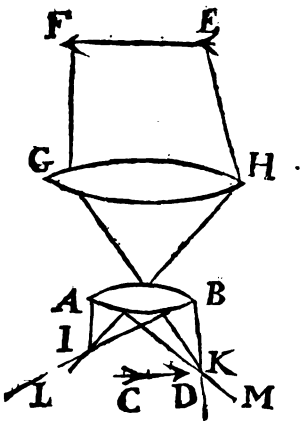


dum radij convergunt ad punctum remotius à lente, eò etiam concursus eorum est remotior ab eadem lente; sed AG, HG, BG convergunt ad punctum remotius á lente GD, quàm à lente CF: ergo punctum concursûs nempe K, longiùs distabit à lente CD, quàm punctum M à lente EF. Quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Quoties oculus videt distinctè aliquod objectum satis remotum; si adhibeat lentem convexam, majus videbitur illud objectum, licèt confusè; & quò magis lentem ab oculo removebit, eò confusiùs idem objectum spectabitur. Primò quod majus appareat objectum facilè ostenditur.

Sit enim oculus AB in cujus retina representetur imago CD objecti satis dissiti EF, adhibeatur lens convexa GH; dico imaginem ejusdem objecti in oculo, fore majorem & confusam. Nam (*per* 4. *hujus*) imago quæ fiet alia lente adhibita



propior erit crystallino AB. Sit ergo in IK, etiam si in IK sæpe sit minor quam CD, nihilominus si notabiliter sit propior, & retina non possit moveri, ducantur radii AKM, , BIL, qui postquam imaginem distinctam, formaverunt in IK, ulterius producantur usque ad retinam, imago tota erit LM major quam CD, radiis à toto crystallino AB ad singula puncta I & K ductis, & se post eum concursum intersecantibus. Si tamen retina haberet motum expeditum, ita ut posset ascendere in IK, ut plurimum imago esset minor, & minus videretur objectum.

Secundò assero quò lentem GH magis ab oculo removeris eò majus videndum objectum. Quia (*per* 2. *hujus*) in tali casu major fit imago I K, & (*per* 5. *hujus*) minus à crystallino distabit: ergo multò major erit radiorum post imainem divaricatio; ideoque adhuc major erit imago in retina, unde & majus videbitur objectum; major erit etiam confusio, quia magis distrahentur radii ad singulos penicillos pertinentes, seu radii ad eandem objecti partem spectantes.

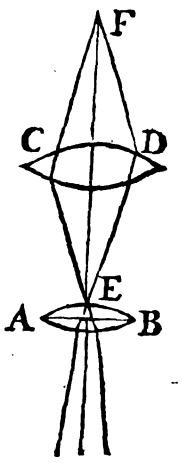
PROPOSITIO VI.

Problema.

Si lens convexa statuatur in puncto foci alterius, seu in basi distinctionis, nulla poterit imago distincta ab utraque sic juncta exprimi.

Sit lens convexa AB, quæ sit præcisè in basi distinctionis lentis CD. Dico fieri non posse; ut vi duarum lentium, sic conjunctarum exhibeatur imago distincta objecti. Sit enim objecti pars aliqua F, cujus imago efformetur in puncto E, per concursum radiorum ad ipsam pertinentium. Hi radii (*per* 4. 1. *hujus*) etiam positâ refractione in puncto E, ulteriùs producti se intersecabunt in puncto E; ergo erunt radii divergentes ab eodem puncto E procedentes. Sed (*per* 9. 1. *hujus*) radii divergentes, si distent à lente minus quam distantia, basis distinctionis, remanent divergentes, licèt minus devergant; ergo radii ad punctum F pertinentes post lentem

AB, adhuc divergunt, ſed ad diſtinctam imaginem requiritur eorum concurſus. Ergo nulla for-



mabitur diſtincta imago objectorum, dum lens ſecunda præcisè collocatur in baſi diſtinctionis primæ. Quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM.

Eodem modo oſtendam nullam formandam eſſe imaginem, ſi punctum E minus diſtet à lente AB, quàm ſit baſis diſtinctionis lentis AB, propter eandem rationem.

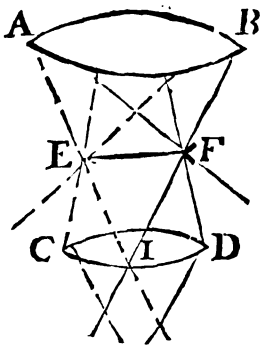
PROPOSITIO VII.

Theorema.

Si lens convexa tantùm diſtet à baſi diſtinctionis prima, quanta eſt diſtantia foci ejus, etiam tunc erit confuſio, nullaque ab utraque lente ſic juncta efformabitur imago.

Sint lentes duæ AB, CD, ita diſpoſitæ ut EF ſit baſis diſtinctionis, lentis AB, depingaturque





objectum HG in EF, ſitque imago EF, diſtans à lente ſecunda CD, quanta eſt diſtantia foci ejus, dico fore adhuc confuſionem, nec ullam ab utraque lente poſſe objecti HG formari imaginem.

Demonſtratio. Imago E F radiat eodem modo ac ſi ipſa eſſet lucidum aliquod, niſi quod ſæpe ſingula ejus puncta non radient in totam lentem CD. Nam radii AF, BF, poſt concurſum in puncto F, ulterius producuntur, & ſaltem aliqui incident in lenrem C D. Ponatur autem unus aliquis nempe FI, tranſire per centrum I, puncta F, & E ſe habent per modum lucidi diſtantis à lente C D quanta eſt diſtantia foci ejus; ſed in tali caſu (*per* 30. 1. *hujus*) radii omnes erunt paralleli radio F I, pariter punctum E radiabit in lentem CD, quia radii BE, AE, poſt concurſum ulteriùs tendunt. Licet autem aliquando accidat ut nullus radius ex puncto E tendat per centrum I, licet deficiat intelligi tamen poteſt radius E I, cui reliqui ex puncto E procedentes fient paralleli; igitur & erunt paralleli inter ſe, ideoque non unientur, quod requiritur tamen ad diſtinctam imaginem.

COROLLARIUM.

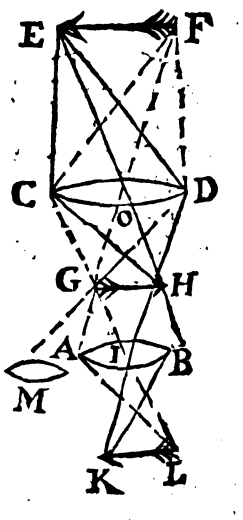
Ex hoc vides ut plurimum dum hoc modo conjunguntur imagines multos radios qui erant in imagine EF, non impingere in ſecundam lentem.

PROPOSITIO VIII.

Problema.

Si lens convexa ſtatuatur poſt baſin diſtinctionis alterius ita ut ſit major diſtantia ab ea baſi, quam ſit diſtantia proprie baſis; neceſſario duabus illis lentibus in aliqua diſtantia, depingetur diſtincta objecti imago.

Sit lens convexa A B, quæ ſtatuatur poſt baſin diſtinctionis lentis C D, nempe poſt eum



locum in quo objecti imago G H depingitur, ſitque diſtantia imaginis G H à lente AB, major quam ſit diſtantia foci lentis AB, nempe, ſi ſit plano-convexa, ſit major hæc diſtantia diametro convexitatis ejus, ſi verò utrinque æqualiter convexa; ſit major ſemidiametro convexitatis lentis A B, dico ſecundam imaginem, depingendam poſt lentem A B.

Demonſtratio. Cum punctum G imaginis radiet in lentem AB, aut in eam totam, aut in partem ejus, parum intereſt, & punctum G, ex ſuppoſito

Digitized by Google

ſuppoſitione magis diſtet à lente AB, quam ſit ejus focus. (*per corol. 19. 1. hujus & per 54. ejuſdem.*) Radii tandem concurrent cum eo qui per centrum lentis tranſit, igitur concurrent in puncto L, idem eveniet radiis ex puncto H, prodeuntibus; ergo fiet alia imago priori contrapoſita, & conſequenter eundem ſitum habens, quem habet objectum EF.

COROLLARIUM I.

Quò propior lens AB admovebitur baſi diſtinctioni GH, modò tamen diſtet majori diſtantiâ, quàm focus proprius, eò magis diſtabit imago EL, & conſequenter major erit. Quia (*per coroll. 55. 1. hujus*) ſi lucidum magis accedat ad lentem, aut lens ad lucidum, GH autem in noſtro caſu habet rationem lucidi; eo imago ejus magis recedit & fit major, donec GH ſit in puncto foci lentis AB. Tunc imago ejus KL, infinitè diſtabit ut ita dicam, nempe in eo loco in quo radii paralleli uniuntur: fit etiam major quia radii in verticem incidentes angulum majorem comprehendunt.

COROLLARIUM II.

Ex quo fit ut datâ diſtantiâ AK ad quam volumus ſecundam imaginem exprimere, modo hæc diſtantia major ſit diſtantiâ foci, poſſit accedendo, aut recedendo inveniri locus lentis AB, ex quo imaginis GH, aliam depinget imaginem diſtinctiſſimam. Cum enim (*per coroll. 45. primi hujus*) ſi ſenſim admoveatur lucidum G, recedat ſenſim ejus imago, ſi verò removeatur, accedat; modò ſemper major ſit diſtantia ejus, quam diſtantia foci à lente; hoc eſt ſi aſſignata diſtantia AK, major ſit diſtantia foci, locus lentis AB invenietur.

COROLLARIUM III.

Qui lentem convexam magis ab oculo removebit quam ſit ejuſdem lentis baſis diſtinctionis, objecta videbit inverſa; quia in ejus retina depingitur imago eodem ſitu quo objectum: in quo caſu ut diximus libro primo Optices, objectum videtur inverſo ſitu. Vel ſi ponamus oculum eſſe lentem AB, punctum E eodem modo radiat in oculum, ac ſi eſſet in puncto H,& F, ac ſi eſſet in G. Ergo eodem modo videbitur objectum, ac ſi eſſet in GH; ſed in GH habet ſitum everſum; ergo videbitur habere ſitum everſum; ergo objectum videbitur inverſo ſitu.

COROLLARIUM IV.

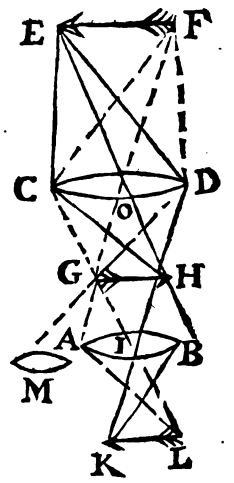
Myopes qui cryſtallinum magis remotum habent à retina, quàm ſit diſtantia baſis diſtinctionis ejuſdem cryſtallini, datâ qualibet lente convexâ, quæ ſit magis remota ab oculo, quam focus ejuſdem lentis, poterunt accedendo, aut recedendo à lente videre objecta inverſa diſtinctiſſimè, & hoc (*per coroll. 2. hujus propoſitionis.*) Si verò retina ſit multum admota cryſtallino, nempe ad eam diſtantiam in qua ſoli radii paralleli uniuntur, & aliquantò ad minorem, ii in nulla diſtantia lentis convexæ ab oculo, objectum inverſum diſtincte videre poterunt. Quia nunquam tantum removeri poterit lens convexa, ut radii ab eodem imaginis puncto in oculum incidentes ſint paralleli; igitur nunquam objectum diſtinctè videbunt. Quò tamen magis removebunt lentem ab oculo, eò diſtinctius videbunt; quia tunc cujuſlibet puncti imaginis radii in oculum incidentes, magis ad parallelos accedent; ergo melius unientur in retina, non erit tamen perfecta unio.

PROPOSITIO IX.

Theorema.

Si oculus magis diſtet à lente convexa, quàm ejuſdem lentis baſis diſtinctionis, ita ut objecta everſa videat; eò lens erit majoris ſphæræ ſegmentum eò majus videbitur objectum.

Sit in figura ſuperioris propoſitionis oculus AB poſitus poſt baſin diſtinctionis GH, lentis CD, reſpectu EF objecti ſatis diſſiti. De objectis enim vicinis aliter philoſophandum eſt, dico ſi lens CD eſſet majoris ſphæræ ſegmentum majus videretur objectum.



Demonſtratio. Si enim CD eſſet majoris ſphæræ ſegmentum major eſſet imago nam (*per Corol. 55. 1. hujus*) lens majoris ſphæræ portio objecti remotioris, majorem exprimit imaginem; ſed quò major erit imago GH, eò etiam majus videbitur objectum. Nam quò imago GH major eſt, eò majorem in oculo imaginem producit, quò autem major eſt imago in oculo, eò etiam majus videbitur objectum: igitur quò lens adhibita erit majoris ſphæræ ſegmentum, eò majus videbitur objectum.

PROPOSITIO X.

Theorema.

Quò magis lens ab oculo removebitur, eò minus videbitur objectum inverſum.

In eodem caſu ſi oculus AB, magis ac magis à lente CD removeatur, eò minus objectum videbitur.

Demonſtratio. Quò magis recedet oculus à lente CD, eò etiam magis recedet ab imagine GH; ſed quò magis ab imagine GH, recedet, minor in oculo illius imago efformabitur; ut vidimus in Optica. Ergo quò magis oculus à lente recedet, eò minus videbitur objectum & non tantum ſecundùm magnitudinem decreſcet; ſed etiam

Digitized by Google

ſecundùm inventionem, quia pauciores ab eodem imaginis puncto radii in oculum incident.

PROPOSITIO XI.

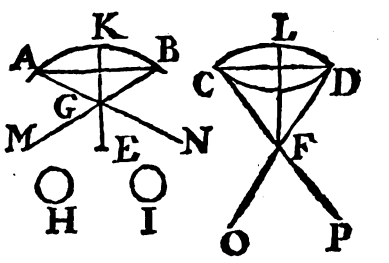
Theorema.

De loco apparenti objecti in prædicto caſu.

Graviſſima ſemper eſt difficultas in explicando modo, quo oculus locum objecti videt, & in hoc etiam caſu peculiaris exurgit, eò quòd experientia, non videtur reſpondere rationi, immò, & aliis experientiis eſſe contraria. Conſtat enim experientiâ objectum EF, non videri in loco ſuæ imaginis, nempe in GH: nam hoc centies expertus ſum, & lentes in omnem partem verſavi, ut experirer, an tale quid mihi ſuccedere poſſet. Nihilominus ſi ratio ſpectetur, haud dubiè in loco imaginis nempe in GH videri deberet. Cum enim objectum FE in oculum radiet, per radios ſuæ imaginis, eodem modo videtur oculum afficere debere, ac ſi eſſet in GH. Si enim verbi gratia punctum E eſſet in H, mitteret radios ex H in oculum AB; ſed etiamſi ſit in loco proprio nempe in pũcto E, mittit tamen radios quaſi ex puncto H; ergo videtur eodem modo oculum afficere ac ſi eſſet in puncto H. Augetur autem difficultas eò quòd in captotrica ſimili argumento uſi ſumus, ad terminandum locum, in quo apparere debebat objectum. Nam invenimus ante ſpeculum concavum, ſæpe apparere objectum, eò quòd imago ejus in eo loco, ita inveniretur expreſſa ut omnes radii ejuſdem partis objecti, ita produceretur quaſi ex loco ſuæ imaginis: unde ergo hoc non ſuccedit in lentibus.

Ad ſolvendam difficultatem, quæ eſt graviſſima, revocandum id quod diximus, vix oculum unum præcisè ſumptum diſtantiam objecti percipere poſſe, niſi ex aliorum corporum ſitu, & poſitione. Ideoque in diſtantiis mediocribus utrumque advocamus; ut ex concurſu radiorum opticorum in proprio loco objectum percipiamus. Lentes autem quas elaboramus non ſunt quoad molem ſatis magnæ, ut idem imaginis punctum in utrumque oculum radiet, immo ſæpe accidit, ut neque eadem pars imaginis totam pupillam radiis ſuis implere poſſit. Ut in figura propoſitionis 8, ſit unus oculus AB, alter verò ſit M. Licèt punctum imaginis G radiet in oculum AB, radiis GA, GI, nullum tamen radium emittit in oculum M; ſed neque totum oculum AB illuminat, eſt igitur differentia inter hujuſmodi imaginem GH, & aliud objectum quod in G, H, poneretur. Si enim GH eſſet objectum reale, quodlibet ejus punctum in omnem partem radiaret. At verò à ſingulis imaginis GH partibus conus tantum radioſus emittitur contrapoſitus alteri, cujus baſis eſt lens prima CD. Quod ſi lens CD eſſet maxima portio ſuæ ſphæræ, ideoque angulus coni CGD eſſet maximè obtuſus; fieri poſſet, ut contrapoſitus conus utrumque oculum complecteretur. Tunc autem objectum F videretur in puncto G. Licet autem non habuerim lentem ſatis magnam ut hoc experirer, attamen hoc ſuadet ſpeculum concavum, quod niſi ſit magna portio ſuæ ſphæræ, ita ut in unum tantum oculum radii ab objecto emiſſi reflectantur vix videbitur objectum erumpere ex ſpeculo. Si verò, ſit ita magnum, ut conus puncti imaginis in utrumque oculum incidat; judicamus objectum eſſe ante ſpeculum.

In quo notandum eſt faciliùs id fieri poſſe in ſpeculo quam in lente, quia imago in ſpeculo eſt in quarta parte diametri, in lente verò licèt utrinque convexa, imago recedit à lente tota ſemidiametro. Ergo cæteris paribus, hoc eſt ſi ſpeculum & lens ſit eadem pars ſuæ ſphæræ, obtuſior erit conus radiorum eandem partem imaginis efformantium in ſpeculo, quàm in lente. Sit enim ſpeculum AB, & lens CD, ſintque æqua-



les portiones ſphærarum æqualium, ideoque diametri EK, FL erunt æquales; item æquales erunt ſubtenſæ AB, CD. Objecti autem ſatis diſſiti imago, in ſpeculo erit circa quartam partem diametri nempe in puncto G, at verò in lente CD imago ejuſdem objecti ſatis diſſiti erit, circa centrum F. Igitur major erit angulus AGB, quàm CFD. Ergo poterunt in multis caſibus ambo oculi collocari intra contrapoſitum conum MGN, licèt non poſſint collocari, intra conum OFP: & conſequenter unus tantum oculus videre ſimul poterit imaginem F, & ambo ſimul imaginem G, ſpectabunt, & bene judicium ferent de ejus diſtantia, nempe videbunt objectum in puncto G, interea dum imago F, uno oculo ſpectata, non ita certò videtur quoad locum.

PROPOSITIO XII.

Theorema.

Si lens convexa fuerit majus ſuæ ſphæræ ſegmentum, plura ſimul ab eodem oculo ſpectabuntur, in eo ſitu in quo videntur diſtinctè everſa.

In eadem propoſitionis octavæ figura ſupponatur lens AB, eſſe oculus, & CD lens objectiva. Abſcindatur ex ea lente pars CO, ita ut intercipiantur radii CG, OG, licet eadem formetur imago objecti F in puncto G, pauciores tamen radii illam component, quorum nullus in oculum incidet; igitur non videbitur punctum F, tectâ parte lentis CO, quod detectâ ea parte videtur: igitur ſi lens fuerit majus ſegmentum ſuæ ſphæræ, in eo ſitu de quo loquimur, plura videbuntur ſimul ab eodem oculo objecta. In longioribus tamen, quæ pertinent ad majores ſphæras v. g. duorum, aut trium pedum; illud incrementum parvum eſt, ut facilè negligi poſſit. Ita in tubis opticis etiam ſi minima pars lentis detegatur, tantumdem ferè objecti detegimus. Sed de hoc adhuc infra.

PROPO

Digitized by Google

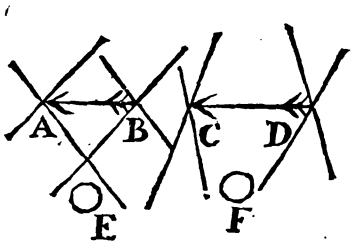
PROPOSITIO XIII.

Theorema.

Dum objecta per lentem convexam everſo ſitu ſpectantur quò lens fuerit minoris ſphæræ portio ceteris paribus, eò plura ſimul objecta videbuntur.

Sint duæ lentes æquales quoad magnitudinem, inæqualium verò ſphærarum portiones, quæ ita ſucceſſivè oculo objiciantur; ut per illas objecta diſtinctè everſo ſitu videat, dico per eam videnda eſſe ſimul plura objecta, quæ erit minoris ſphæræ portio.

Demonſtratio. (*Per 26. 1. hujus*) quæ eſt minoris ſphæræ portio, objectorum imagines minores exhibet, & in minori à ſe diſtantia; ergo ſinguli coni efformantes ſingula imaginis puncta, majorem angulum comprehendunt, quam coni efformantes imaginem magis diſtantem à lente. Cum enim illi coni ſeu penicilli habeant pro baſi ipſas lentes, quas ſuppoſuimus æquales quoad magnitudinem; illi penicilli acutiores erunt, qui ſunt longiores, hoc eſt qui imaginem magis diſtantem exprimunt: ergo habemus imaginem vi lentis convexioris efformatam, & minorem, & à penicillis majorem angulum comprehendentibus efformatam: ergo plurium objectorum radii in pupillam incident. Sint enim imagines AB minor,



CD major, oculorum pupillæ E, F, cum penicilli efformantes puncta A, & B, ſint obtuſiores, penicillis efformantibus puncta C, & D; fieri poterit, ut priores adhuc amplectantur pupillam E; poſteriores cadant integri extra illam; ſed tunc tota imago AB videbitur, & imago CD, quæ ſupponitur eſſe ejuſdem objecti, omnino non videbitur: ergo plura ſimul objecta à lente magis convexa videbuntur.

COROLLARIUM.

Ex hoc ſequitur teleſcopia minora, cæteris paribus plura ſimul objecta detegere, quam majora.

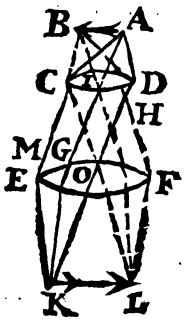
PROPOSITIO XIV.

Theorema.

Objectum in puncto foci unius lentis conſtitutum, adhibita ſecunda lente aliquam poteſt habere imaginem.

Sit objectum AB, in puncto lentis CD, conſtitutum. Quod ſingularum partium radios remittat parallelos illis qui per centrum I tranſeunt; dico fieri poſſe ut adhibita ſecunda lente EF, objecti AB imago depingatur poſt lentem AB.

Demonſtratio. (*Per Coroll. 3. 55. precedentis*) puncti A radii poſt lentem CD, erunt paralleli



radio AIG, huic intelligatur alius parallelus HOK tranſiens per centrum, aut verticem, ideoque virtualiter irrefractus. (*Per eandem 55.*) radii omnes paralleli radio HO, & conſequenter radio HI, unientur cum radio HO nempe ad diſtantiam ſemidiametri lentis EF, ſi fuerit utrinque convexa, vel ad diſtantiam diametri ſi fuerit plano convexa. Igitur omnes radii ad punctum A pertinentes & incidentes in lentem EF, unientur in puncto K. Pariter oſtendam omnes radios à puncto B incidentes in lentem EF, uniri in puncto L, & ita de reliquis, atque hoc tantum requiritur ut imago dicta depinguatur. Quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM I.

In tali caſu; quò lens EF magis admovebitur lenti CD, eò plures radios excipiet, ſi enim illi vicinior eſſet radius CM, qui inutilis redditur in eam caderet. Quod ſemper verum eſt pro aliquibus objectis, præcipuè vero extremis, licet verum non ſit reſpectu mediorum.

COROLLARIUM II.

Quò magis lens ſecunda, priori admovebitur, eò plurium objectorum imaginem exprimet. Si enim removeretur donec omnes radii v.g. ad punctum A pertinentes, & paralleli irrefracto AIG, longiùs abiviſſent; nullus eorum in lentem EF incideret, & conſequenter poſt illum nulla eſſet ipſius imago. Item quò major erit lens EF, eò plura exhibebit objecta.

COROLLARIUM III.

Quò lens EF erit majoris ſphæræ portio, eò major erit imago objecti nam (*per cor. 5 6. hujus*) diametri imaginum objectorum multum diſtantium quorum nempe radii ſunt phyſicè paralleli, ſe habent interſe ut diametri ſphærarum, quarum lentes ſunt portiones: ergo lens ſphæræ majoris, majorem exhibebit imaginem.

COROLLARIUM IV.

In aliquibus caſibus hæc diſpoſitio aliquid afferet emolumenti, in aliis non item. Primò quidem certum eſt quod angulus COH, comprehenſus à radiis irrefractis formantibus ultimò imaginem KL poſt lentem EF major ſit, quam ille qui fieret ſi ex punctis A & B ducerentur lineæ AO, BO, quæ ductæ non ſunt vitandæ confuſionis gratiâ; nam (*per 21. 1.*) angulus AIB major eſt angulo AOB; ſed angulus AIB æqualis eſt angulo COH, cum lineæ BI, CO; item AI, OH ſint parallelæ, quare ſi objectum diſtet à lente EF diſtantia foci ejus; aut minùs quàm diſtantia foci ſublata CD,

Digitized by Google

nulla imago objecti illius depingi posset; quia vel singularum objecti partium radii aut paralleli fierent, aut divergentes. Quare in eo casu utilis est hæc combinatio. Si verò distantia objecti AB, à lente EF sit tantùm paulò major, quàm distantia foci ejus; poterit quidem fieri in tali casu, ut quia imago quæ pingeretur à lente sola, E F multum distaret ab ea, licèt imago KL fiat sub majori angulo, alia tamen esset major. Sed percipitur adhuc id emolumenti, quòd multò plures inveniuntur radii in KL quam in illa alia imagine quæ à sola E F formaretur.

COROLLARIUM V.

Imago distabit à lente EF semper eâdem distantiâ, nempè distantiâ foci ejus, cum formetur à radiis parallelis.

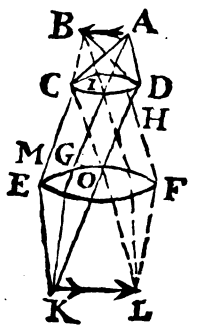
PROPOSITIO XV.

Theorema.

Quò lens prima fuerit minoris sphæræ portio, majus objectum apparebit, & ita demonstratur microscopium.

In superiori figurâ, & eodem lentium situ, quò prima lens fuerit convexior, seu minoris, sphæræ portio; eò objecti imago suppositâ eâdem secundâ lente, erit major.

Demonstratio. Si prima lens fuerit minoris sphæræ portio; habebit distantiam foci minorem: igitur cum objectum in ejus foco statuatur, magis eidem lenti & ejus centro I admovebitur. Sed quò magis eidem objecto admovebitur, eò ma-



jor erit angulus A I B, & consequenter angulus COH illi æqualis; aut KOL oppositus ad verticem: quò autem angulus KOL est major eò etiam imago est major; supponuntur enim in utroque casu radii uniri præcisè in foco seu in distantia æquali; ergo à primo ad ultimum, quò prima lens ad minorem sphæram pertinebit; eò major erit objecti imago; quòd erat demonstrandum.

COROLLARIUM I.

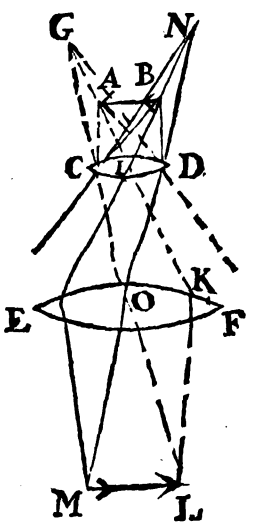
Dixi in titulo demonstrari instrumentum illud; quò objecta propiora & parva distinguimus. Solemus autem oculo objicere lentem valde convexam, quæ quò convexior fuerit, eò etiam objecta nobis apparent majora, quod etiam accidit quoties trans sphæram vitream, aqua plenam aspicimus, crystallinus, & oculus vicem habet secundæ lentis supponitur. Ergo presbyta, qui benè possit distinguere objecta remota quorum radii pro physicè parallelis supponi possunt, ille adhibeat oculo lentem valdè convexam; objectumque tantum à lente removeat quanta est distantia foci; singularum partium objecti radii vi prioris lentis remittentur paralleli (*per 56. 1.*) hujus. Sed radii paralleli vi crystallini, in eo qui objecta remota benè distinguit, uniuntur præcisè in retina, igitur & majus apparebit, quò minor erit prima lens. Ergo poterit lens valdè exigua mirum in modum augere imaginem objecti in retina, in ea dispositione, quam supra posuimus, fietque microscopium, quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XVI.

Thorema.

Objectum propiùs lenti admotum, quàm sit focus ejus, adhibitâ secundâ lente, aliquam potest imaginem habere.

Sit objectum AB, propiùs lenti C D admotum, quàm sit focus ejus, adhibeaturque secunda lens; dico fieri posse ut post lentem EF formetur aliqua ejus imago distincta.



Demonstr. (*Per 47. 1. hujus*) punctum A, inter focum lentis C D & ipsam positum, post refractionem in C D, factam, habet radios ita divergentes, ac si venirent ab aliquo puncto ulteriori posito, in radio AIK; sit illud, punctum G, quare omnes radii I K, DF, & alii producti concurrerent in puncto G. Removeatur lens CD, ita ut magis distet à puncto G, quàm distantia sui foci; intelligaturque ex puncto G, per O, centrum magnitudinis lentis E F, radius GOL, cum punctum A, eodem modo radiet in lentem FE, ac si esset in puncto G, punctum autem G magis distet à lente EF, quàm distantiâ foci, omnes radii ejus unientur, cum radio GOL. Uniatur in puncto L, eodem modo ostendam puncti B radios uniri cum radio A O M, atque adeo distinctam efformari imaginem; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM I.

Quò magis recedet lens E F, à C D eò ipsi propior fiet imago ML, & minor. Nam (*per cor. 47. 1. hujus*) quò lens E F magis *recedit* ab objecto

ſecto G radiante, eò ipſi eſt propior radiorum concurſus. Item quò magis removebitur lens CD, eò minor erit angulus GON, qui ſunt duo modi imminuendæ imaginis EF.

COROLLARIUM II.

Si lens EF, ſit ita magnæ ſphæræ portio, ut diſtantia GO ſit minor diſtantia foci ejus, nulla imago fieri poterit.

COROLLARIUM III.

Ut ad majorem diſtantiam exprimatur imago, propius lens EF admovenda eſt lenti CD, quia tunc propior fit punctis radiantibus G, & N.

COROLLARIUM IV.

Quò lens EF propior erit lenti CD, eò plures radios excipiet; quò remotior pauciores, quod ſatis per ſe patet. Illud autem emolumenti habetur ex hac diſpoſitione quòd plures habeantur radii quam ſi directè objectum radiaret.

COROLLARIUM V.

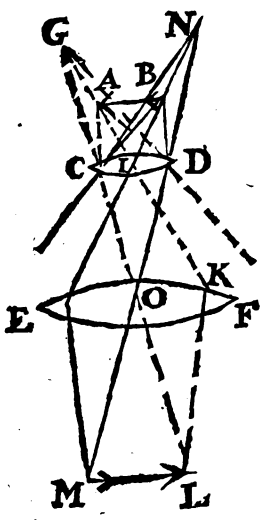
Quò lens CD fuerit minoris ſphæræ portio eò radios minus emittet divergentes. Cum enim in minori lente major fiat refractio, radii refracti magis accedent ad parallelos, ideóque eos detorquebunt quaſi puncta G, & N, remociora eſſent.

PROPOSITIO XVII.

Theorema.

Quò lens prima fuerit minoris ſphæræ portio, eò majus cæteris paribus, apparebit objectum, & hoc modo demonſtratur microſcopium.

Sit oculus myopis qui objecta ſatis vicina, verbi gratia, ſemipede diſtantia diſtinctiſſimè percipiat, ſique objectum AB videndum, adhibeatur lens valdè convexa, quæ ita radios remittat refractos, ac ſi objectum AB, eſſet in GN,



ſit autem diſtantia OG, unius ſemipedis, & oculus ſit in EF, repræſenteturque per lentem eandem EF. Clarum eſt objectum AB, diſtinctè videri ab oculo EF. Addo & ipſum majus videndum. Primò angulus GON, major eſt angulo AOB, qui fieret, ſi ducerentur lineæ AO, BO; vel ut ab oculo EF, objectum AB, diſtingueretur deberet transferri ad diſtantiam GN. Clarum autem eſt, quod ſit minus quam GN, ergo ibi tranſlatum minus videretur quam appoſita lente CD. Denique, dico quò lens CD, ad minorem ſphæram pertinebit, eò etiam majus objectum videbitur. Cum enim (*per coroll. 6. præcedentis*) Lens CD minor, radios minus divergentes emittat, minus autem divergentes radii, ex punctis magis diſtantibus procedant; quò lens CD, minor erit, erit diſtantia punctorum G, & N major: ſed quò hæc diſtantia major erit, major etiam diſtantia inter G & N, igitur quò lens prima CD, fuerit minoris ſphæræ ſegmentum, eò majus objectum ſpectabitur, quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM I.

Quò lens CD fuerit minoris ſphæræ portio, eò magis cæteris paribus admovendus erit oculus EF. Cum enim in tali caſu puncta G, & N, magis recedant, & oculus determinatus ſit ad certam diſtantiam ab objecto clarè viſo, neceſſarium, erit oculum accedere.

COROLLARIUM II.

Si tamen puncta G, & N, ita recederent ut GI, major eſſet ſemipede, oculus tunc nihil videre poſſet. Quia etiamſi tangeret CD, nimium diſtaret à punctis G, & N, ſed tunc admovendum magis eſſet objectum lenti CD, & fierent radii magis divergentes (*per 45. 1. hujus*) ſeu puncta G, & N, fierent propiora.

COROLLARIUM III.

Quia vix invenitur oculus qui ad aliquam diſtantiam non videat diſtinctè, ideò ferè omnia microſcopia ad hoc revocari debent, nec opus eſt ſeligere lentes, ſed omnes omnibus oculis accommodatæ ſunt, modò mutetur, aut diſtantia oculi à lente, aut diſtantia objecti.

PROPOSITIO XVIII.

Theorema.

Si objectum paulò magis diſtet à lente, quam focus ejus, admotâ ſecundâ lente, aliquam poteſt habere imaginem diſtinctam.

Sit objectum AB, paulò magis à lente CD, diſtans quam ſit focus ejus; dico ſi admoveatur lens EF, poſſe fieri ut detur aliqua ejus imago diſtincta.

Demonſtratio. (*Per 20. 1. hujus*) radii refracti ad eandem objecti partem pertinentes convergent, quantum volueris pro majori objecti AB, à lente CD diſtantia, ſed radii convergentes incidentes in lentem convexam EF, adhuc magis convergent, & citiùs unientur, (*per coroll. 2. 54. 1. hujus.*) ergo poterit haberi poſt lentem convexam EF, aliqua objecti imago, quod erat demonſtrandum.

PROPO

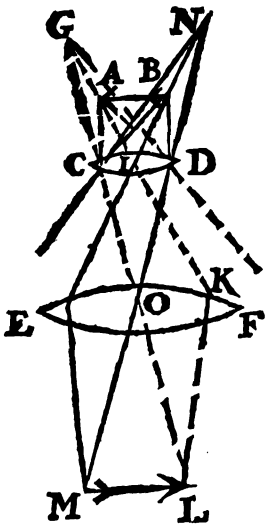
Digitized by Google

PROPOSITIO XIX.

Theorema.

Quò lens Prima fuerit minoris ſphæræ portio, eò cæteris paribus imago objecti major erit: & demonſtratur adhuc microſcopium.

In eadem diſpoſitione ſi cætera maneant eadem, & lens CD fiat minoris ſphæræ portio; major erit imago.



Demonſtratio. (*Per cor.*6o. 1. *hujus*) quoties objectum eſt valde propinquum; lentes minores in eadem diſtantia imaginem exprimunt majorem: ſicut ergo oſtendimus ſi adhibeatur lens convexa major, majorem eſſe imaginem, quia nempè lens convexa major objecti diſtantis majorem de ſe apta erat imaginem efformare; ita etiam objecti proximi lens convexa minor, apta eſt de ſe ad eandem diſtantiam majorem exprimere imaginem, ideoque ſi ſecunda lens adhibeatur utrobique in loco commodiſſimo & paulò ante concurſum major erit imago, ſi lens CD minoris fuerit ſphæræ portio.

Iſtud genus microſcopii utile eſt iis qui cryſtallinum parum convexum habent, & retinam nimis eidem cryſtallino vicinam; qui defectus iis plerumque accidit, quibus adempta eſt ab oculis cataracta. Habent enim cryſtallinum ita complanatum & ita debilem oculorum aciem, ut adhibitâ quacumque lente convexa, objecta remota non videant.

Si enim convexo maximè utantur ſpecillo, objectorum diſtantiam fit imago ita parva, ut vix ſentiatur. Adde quod objecta quæ diſtingui debent quantum ſatis eſt ad legendum, ſi remota ſint, minus intenſos emittant radios; ſi verò ſint propinqua & lens ſit valdè convexa jam fiat iſtud genus microſcopii.

COROLLARIUM I.

In hac combinatione ſemper concurſus radiorum poſt lentem EF, ab ea minus diſtat quam ejus proprius focus. Cùm enim ſive lens E F admoveatur lenti CD, ſive non radii ad ſingulas partes objecti pertinentes convergant; citiùs unientur poſt lentem E F quam ſi eſſent paralleli, ſed ſi eſſent paralleli præcisè unirentur in ejus foco, igitur citiùs unientur.

COROLLARIUM II.

Ut aliquid utilitatis ex iſta doctrina percipiamus, illi quibus ut dixi adempta eſt ab oculis cataracta, dum utuntur ſpecillo valde convexo vix illud oculis propius admovent, ſed in aliqua diſtantia. Ponamus ergo ſpecillum eſſe lentem C D, oculum E F, & objectum A B quod clarè videatur: quæritur utrùm poſſet admoveri ſpecillum oculo E F, & objectum videri cum æquali diſtinctione. Primò ſi admoveatur oculus ſpecillo, penicilli non erunt uniti præcisè in retina, ſed poſt ipſam, nempè in majori diſtantia quam in primo caſu. Dico ergo ſi objectum removeatur, poterit ad eandem diſtantiam, nempè in ipſa præcisè retina ſicut priùs imago depingi; quia tamen objectum ita remotum minus intenſos emittit radios, ſi aliquis velit immoto objecto, ejus tamen viſionem diſtinctam habere, ſubſtituatur lens convexior, hæc enim radios ad majorem refractionem detorquebit, atque adeo, citiùs ad concurſum penicillos coget.

PROPOSITIO XX.

Problema.

De nocte exigui prototypi ingentem in muro imaginem diſtinctam exhibere duabus lentibus.

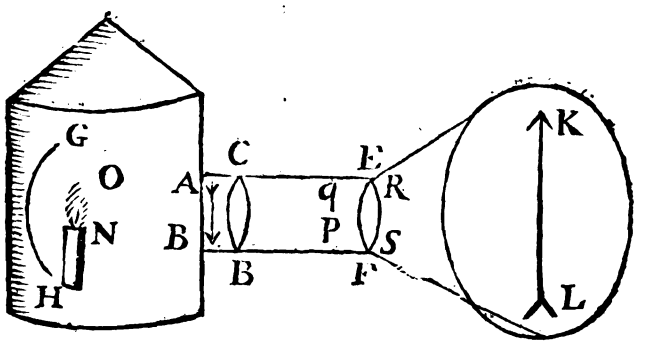
Jam ſuperioti libro indicavi eruditum Danum, hoc anno 1665 Lugduno tranſiiſſe, qui in dioptrica benè verſatus inter alia laternam exhibuit, è qua erumpebat tubus unius circiter pedis, qui aliquando in paulò majorem longitudinem adducebatur, prout id exigebat caſus. Quantùm autem licuit conjicere tubus duabus lentibus convexis inſtructus erat, inæqualibus tamen, quarum quæ introrſum reſpiciebat minoris ſphæræ ſegmentum erat, quæ verò exteriorem occupabat tubi partem, è majori ſphærâ detracta erat. Lampas inerat laternæ, ellychnio ſatis magno inſtructa, ideoque flammam luculentam emittente: poſt lampadem ſpeculum concavum cujus diameter duorum tantum digitorum, concavitas autem magna hoc eſt parvæ ſphæræ ſegmentum erat. Ita autem diſpoſita erant omnia, ut lumen ex ſpeculo recta in primam lentem incideret; oblato autem tubo & aperta laterna, ut ſolius ſpeculi vis ſpectaretur, apparebat multum luminis, videbaturque eſſe major illuminatio extenſivè in pariete, quam ſpeculum; ideóque poterant radii eſſe pauliſper divergentes, non tamen multum. Inter facem & primam lentem interiorem, erat imago exigua non ſuperans magnitudine ipſam lentem, ſed aut illi æqualis aut etiam minor. Hæc pellucidis, & valdè dilutis coloribus non tam depicta erat, quàm adumbrata, fereque primam lentem tangebat; cum laternæ ita diſpoſitæ tubum ad parietem ita obverteret, ut nullum aliunde, niſi per eum affulgeret lumen; ſpectabatur alia imago priori omnino ſimilis, in pariete

Digitized by Google

pariete, ſed multò major, ſuis expreſſa coloribus, in medio benè illuminati circuli conſpicua, hæc autè noravi. Primò quò murus in quo exprimenda erat imago magis diſtabit, eò etiam major erat imago; ita ut ad diſtantiam 10. pedum, & etiam pauciorum hominis magnitudinem ferè adæquaret. Secundò quò ad majorem diſtantiam depingenda erat imago, eò magis contrahebatur tubus; dilatabatur autem ſi minor, & ad minorem diſtantiam. Tertiò imaguncula in laterna inverſa erat, ut ſui effigiem erectam in oppoſito pariete exhiberet, ablatâ imaguncula ſolus apparebat circulus integer lucidus; neque enim flammam inverſam, aut erectam repræſentabat. Si tamen oculo exciperetur talis ſplendor, flamma videbatur inverſa; ideóque erectum obtinebat in retinâ ſitum. Duo autem hic conciliandi effectus ut imagunculæ effigiem diſtinctam habeamus in pariete, & flammæ imaginem confuſam.

Dico autem primò reſpectu imaginis fuiſſe caſum propoſitum (*propoſitione 16.*) quem ita explico. Primò imaguncula ferè ab omni parte illuminatur, cum enim quælibet ejus pars excipiat radios directos à ſingulis flammæ illius ſatis amplæ punctis, & illi radii poſtquam in eâ parte concurrerunt, & illius colorem imbiberunt, producantur uſque ad lentem.

Jam hoc habemus quod vi illorum radiorum quælibet pars imagunculæ, aut totam lentem convexam priorem afficiat, aut ſaltem plures ejus partes. Deinde radii à ſpeculo procedentes plurimum juvant, quos volo tantiſper eſſe divergentes. Neque verò tantum cogitandi ſunt radii divergentes quaſi ab uno tantum puncto in diametro: ſed quaſi divergentes à pluribus diametris ſpeculi, eò quòd flamma-candelæ non ſit unicum punctum; ideoque quaſi alia flamma poſt ipſam lentem cogitanda eſt. Quibus poſitis oſtendo imagunculæ repræſentationem poſſe depingi in pariete. Nam (*per 16. hujus*) poterit objecti ſeu imagunculæ A B propiùs admotæ primæ lenti C D, quam ſit focus ejus, ſi adhibeatur alia lens E F, imago depingi ad quamcumque diſtantiam; cæteræ autem proprietates deſcriptæ laternæ, ſatis expreſſæ ſunt (*in corolli*



ejuſdem propoſitionis 16.) neceſſe autem eſt lentem E F eſſe majoris ſphæræ ſegmentum, & habere diſtantiam foci multò majorem quam ſit diſtantia objecti A B ab eadem lente E F. Cum enim vi refractionum in lente C D factarum, objectum A B incipiat radiare, per radios divergentes; radiabit quaſi eſſet in G H. Ut autem formetur aliqua imago, debent G & H puncta ex quibus A & B virtualiter radiant, eſſe ſaltem remotiora à lente E F, quam ſit focus ejus: ita ſi G H eſſet præcisè in diſtantia foci lentis E F, imago K L tantum in diſtantia infinitâ, diſtincta eſſet. Si verò E F ſit paulò remotior ab iis punctis G, H, virtualiter radiantibus, imago K L fiat propior. Eſt igitur microſcopii aliquod genus. Aliæ verò ſpecies in quibus objectum A B eſſet in foco lentis C D, non præſtarent effectum qui requiritur: tunc enim ut oſtendimus (*prop. 14. cor. 5.*) imago eâdem ſemper diſtantiâ diſtabit, quâ diſtat baſis diſtinctionis. Cum radii ad eandem objecti partem pertinentes incidant pararalleli in lentem E F, multò minus poteſt objectum A B, magis diſtare quam diſtantia foci ejus, quia ut oſtendi, (*coroll. 1. propoſit. 19.*) imago K L ſemper ab ea diſtaret minus quam focus ejus. Atque hæc de imagine objecti A B.

Quod verò pertinet ad radios facis, aut ſpeculi qui non debent flammæ imaginem repræſentare. volo ut flamma N O magis diſtet à lente C D, quàm ſit diſtantia foci ejus; atque adeo ut imago ejus repræſentetur in q P, ante lentem E F. Quia enim focus lentis E N eſt ultra C D, imago q P vicinior erit lenti E F, quam ejus focus, & radiabit poſt lentem E F, eodem modo ac ſi eſſet remotior à lente verbi gratia prope C D: neque radii pertinentes ad eandem partem flammæ N O, ullo modo concurrent, procedunt enim divergentes. Quare idem apparebit circulus luminis in K L qui propagaretur, ſi flamma eſſet prope E F tanquam per foramen atque hoc modo non exhibetur imago candelæ. Non eſt autem neceſſe ut imago flammæ NO, præcisè exhibeatur in q P, poteſt enim exprimi in toto ſpatio inter C D & E F, immò etiamſi eſſet in ipſa E F, aut immediatè poſt ipſam aut in R S, adhuc efformaretur circulus luminoſus in K L.

Reſtant radii à ſpeculo remiſſi qui poſſent tripliciter ſe habere, quomodocumque autem ſe habeant, non turbabunt imaginem K L prototypi A B: quia oſtendimus quoſcumque radios ejuſdem partis imagunculæ A B, uniri in eodem puncto imaginis K L, ideoque quomodocumque illuminetur A B, & ex quacumque parte, ſemper eadem manebit imago K L. Ideoque ſi deficiant aliqui radii, ex una parte, & alii augeantur, nihil intererit. Poſſunt autem radii reflexi tripliciter ſe habere, nempè vel erunt paralleli ſi flamma N O, ſit præcisè in foco ſpeculi G H, vel erunt divergentes ſi flamma ſit propior eidem ſpeculo, erunt convergentes ſi flamma

distet magis à speculo, quàm ejus focus. Intelligo autem de radiis ad eandem partem flammæ pertinentibus, ideoque tot paralleliſmi, verbi gratia, intelligendi ſunt quot ſunt partes in flamma NO. Ponantur, ergo paralleli, hi unientur præcisè in baſi diſtinctionis lentis CD, nempè inter CD & EF; & quia lens EF ut jam dixi ſupponitur eſſe majoris ſphæræ portio, & habere ſuum focum ultra AB, radii ad eandem partem pertinentes poſt lentem EF divergentes erunt, atque adeò neque radii reflexi repræſentabunt flammam NO.

Si verò radii reflexi fuerint convergentes, dum incidunt in lentem CD, citius uniuntur poſt eam: & ſemper poſt lentem EF, divergentes erunt: quia focus lentis EF eſt ultra AB.

Si denique radii reflexi fuerint divergentes, tardius unientur poſt lentem CD; unientur tamen, quia cum divergant ita propagabuntur, ac ſi NO, eſſet ultra ſpeculum. Poſuimus autem flammam NO, eſſe ultra focum lentis CD; ergo multò magis NO, reflexè radiabit, quaſi eſſet ultra focum lentis CD; ideóque poſt lentem CD, exhibebitur flamma AB. Ita autem diſponenda ſunt omnia ut exhibeatur inter CD, & EF, ut pariter oſtendimus. Neque hoc modo in pariete KL per reflexionem radiorum, repreſentari imaginem flammæ NO.

Quæritur primò quænam lentium proportio ſit aptiſſima. Primò certum eſt flammam NO debere eſſe ultra focum lentis CD, alioquin poſt lentem CD, nulla eſſet ejus imago, ſed radii divergentes eſſent, fieretque ejus imago poſt EF tantùm. Item plures radii amitterentur. debet autem benè illuminari imaguncula AB, unde puto lentem CD debere eſſe duorum, aut quatuor digitorum, aut quinque digitorum.

Lens EF debet eſſe majoris ſphæræ portio, invenimus autem potius per experientiam, quàm ulla ratione eam debere eſſe duplò majoris ſphæræ portionem. Et poſtquam hoc jam determinavimus, licuit introſpicere eorum laternam, & invenimus ſecundum convexum fuiſſe 10 digitorum, primum verò propius objecto fuiſſe 5 digitorum, quæ omnia non conſiſtunt in indiviſibili. Si tamen ſit majoris ſphæræ portio non ſatis augebit imaginem. Nam in hoc genere quaſi microſcopiorum, hoc eſt quoties imago aut objectum poſitum eſt non longè à foco alicujus lentis, (*oſtendimus propoſit. 45. 1. huius*) quo lens ad minorem ſphæram pertinet, eò major erit imago.

Speculum autem ſit etiam minimæ ſphæræ ſegmentum, verbi gratiâ, cujus ſemidiameter ſit duorum digitorum, focus unius, nam quò ſpecula ſunt minora, eò intenſius remittunt lumen; neque verò opus eſt ut magnitudo ejus ſuperet lentem convexam CD, cætera verò uſus docebit. Speculum ad illuminationem augendam maximam vim habet, & majus lumen addet propter radiorum paralleliſmum, quàm decem candelæ: præcipuè cum flamma facis diſtet à lente 4. aut 5. digitis, ad ſpeculum unico tantùm digito, remittatque radios aut parallelos, aut non multum à parallelis diſtantes.

Imagines relinquo cujuſque arbitrio, eæ tamen delineandæ valdè dilutis coloribus. Si ſolo attramento pingantur, non erunt ineptæ, lumenque illis aliquid coloris affundet. In folio ſelinitidis optimè depinguntur, vel ſupra vitrum exquiſitum. Facilè autem eſt illas depingere, ſi veræ imagini vitrum applices; illius lineamenta penicillo aut calamo ſequaris.

Quod verò dixeram ſi oculus inter imaginem KL & lentem EF ſtatuatur, viſum iri flammæ imaginem: in tali enim caſu objectum ſeu imago flammæ inverſa eſt in Pq, ſitque microſcopium deſcriptum (*prop.* 14.) Quod non mutat ſitum objecti apparentem, hoc eſt imago mutat quidem ſitum in retina ſed non propterea, aliter videtur objectum: objectum autem erat imago flammæ quæ eſt inverſa Pq, igitur videbitur flamma inverſa, atque de hac machina ſatis.

COROLLARIUM.

Microſcopium habes in hujuſmodi machina quod tamen ad uſum revocare poteris ſine illa. Si enim tubo eadem vitra inſeras nempè primum digitorum 5. ſecundum digitorum 10. primóque imponas muſcam aut quodcúmque objectum minutum, tum illud ita ſoli obvertas, ut tranſmittatur ſolis radius in oppoſito pavimento; habebis illius objecti imaginem. Nam ſolis radius idem præſtat quod *lumen à ſpeculo* reflexum.

PROPOSITIO XXI.

Theorema.

Teleſcopium duabus lentibus convexis conſtans.

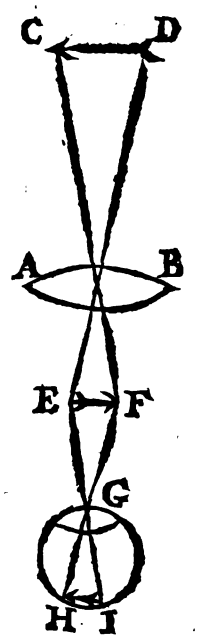
Teleſcopium vocamus inſtrumentum, ſeu tubum aliquibus vitris elaboratis conſtantem, quo objecta diſſita, propiora & diſtinctiora quàm nudis oculis videmus. Et primò quidem occurrit teleſcopii genus, in quo objecta quidem propiora videmus inverſo tamen ſitu. Hoc teleſcopium duabus lentibus convexis *conſtat*, unâ quidem quæ ſit ex majori ſphærâ *detracta*, alia verò quæ ad minorem *pertineat*. Inſeruntur in tubum ut arceantur alieni radii, qui viſionem interturbare poſſent, & oculum quomodocúmque perſtringere. Unde tubus introrſum niger eſſe debet, & minimè perſpicuus. Immò juvat multum ut ſufficientem habeat magnitudinem & crebris ſeptis perforatis inſtruatur, ut ſpurios radios, & ad tubi latera alliſos omnino caſtiget. Mirum eſt quantum iſtæ cautiones quæ extra ſcientiam eſſe videntur, adjumenti afferant; ut teleſcopia etiam mediocria, cum hujuſmodi cautionibus, expreſſiora reddant objecta, quæ ſunt melioris notæ.

Dico autem primò unica lente convexa quæ ad majorem ſphæram pertineat, fieri poſſe ut objecta longè majora videantur, quam nudis oculis, inverſo tamen ſitu.

Sit enim lens AB, quæ objecti diſſiti CD imaginem in EF exprimat, ita ut omnes radii ad partẽ C pertinentes uniantur in puncto F; quæ verò ad partem

Digitized by Google

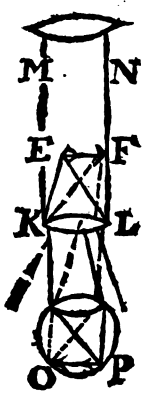
partem D, in puncto E, objectum autem C D, post imaginem E F. Eodem modo radiabit ac si



esset in EF, & quia EF situm habet contrarium objecto C D, oculus G videbit objectum C D inversum. Eritque ejus imago H I, quæ vel æqualis est, vel minor, vel major illa imagine objecti C D; quæ esset in oculo ablata lente AB. Si est major haoemus intentum; Si est minor aut æqualis, loco lentis A B alia substituatur majoris sphæræ portio, & augebitur imago EF (*per 60. 1. hujus*) Quia autē possunt inveniri lentes majores & majores in infinitum, poterit tandem lens AB ita augeri, ut imago EF, & consequenter H I major fit illa, quam in oculo efficeret objectum CD directè spectatum.

Expertus autem sum lentem plano convexam cujus diameter erat 7. circiter digitorum, objecta exhibere æqualia, hoc est in oculo imaginem H I, æqualem fuisse illi quam idem objectum effecisset in eodem oculo, nulla adhibita lente convexa.

Ut autem imago E F, quæ accessibilis est major videatur. Fiat engyscopium commune descriptum (*prop. 14. aut 16.*) hoc est adhibeatur lens convexa minoris sphæræ portio. Quia autem homines communiter benè vident ea quæ distant uno pede aut altero, ita secunda lens KL adhibea-



tur ut radii post eam fiant divergentes, hoc est ita ut radii puncti E post refractionem in K L factam, divergant à puncto M distante ab oculo uno pede. Pariter puncti F radii; post refractionem ita divergant, ac si directè procederent à puncto N, tunc (*per 16*) fiet in oculo objecti E F imago OP, multò major quam antea esset. Ergo videbitur objectum C D, multò majus, quod erat intentum.

COROLLARIUM I.

Quia autem ostendimus (*eadem prop. 16. coroll. 6.*) quò K L fuerit minoris sphæræ portio, eò majorem videri imaginem E F, ideo in istis telescopiis, quò secunda lens fuerit minoris sphæræ portio, eò etiam majus apparebit objectum; sed illud etiam accidit quod ultra certum terminum incipiat objectum paucioribus spectari radiis, quàm ut distinctè appareat. Certa igitur mensura servanda est. Quæ tamen sit optima proportio inter primam & secundam lentem, est satis difficile assignare; dicam tamen in ea materia quæ me usus potiùs docuit quam demonstratio.

Primò non eandem semper proportionem observandam; nam longiores tubi, acutiorem proportionaliter lentem ocularem patiuntur: immò duæ lentes objectivæ æquales quidem in convexitate, sed inæquales in perfectione, inæquales oculares patiuntur, & quæ meliùs est elaborata, magis convexam lentem ocularem admittit. Hæc tamen notavi. Lens objectiva duorum pedum cum quadrante, admittet facilè ocularem unius digiti cum dimidio, ita ut sit propositio 18. ad 1.

Lens objectiva pedum 8. ocularem admittit 4. digitorum quæ est 24. ad unum. Hanc notavi in telescopio elaborato ab Eustachio Divini.

Lens 10. circiter pedum habet lentem 4. digitorum cum dimidio.

Notandum tamen si adhiberentur adhuc aliæ lentes ad restituendum situm objecti, non posse lentes oculares esse acutas, sed debere minui proportionem illam ut dicam infra.

COROLLARIUM II.

Myopes debent magis admovere lentem secundam primæ: hoc est ut tubum hujusmodi constituant in situ distinctivo, respectivè ad suum oculum, debent illum paulò breviorem reddere. Nam (*per coroll. 4. 16. hujus*) ut imago exprimatur ad majorem distantiam à secunda lente, debet prima lens magis admoveri objecto. In nostro autem casu objectum est imago E F, prima lens est KL, secunda oculus, & myopes habent retinam magis remotam à crystallino; igitur lens K L debet magis admoveri imagini E F, quàm si oculus hoc vitio non laboraret. Sed dum admovetur imagini EF, tubus fit brevior, ergo respectu myopum tubus brevior esse debet.

Possemus servatâ eâdem tubi longitudine eum tamen reddere aptum myopi, si nempe immediatè ante oculum lentem concavam adhibeamus. Cum enim myopis oculus, lente concavâ instructus, æquivaleat oculo communi; tubus illi aptus erit, vel etiam ablatâ lente oculari K L, alia substitui potest quæ sit majoris sphæræ portio, poterit tubus reddi aptus oculo myopis.

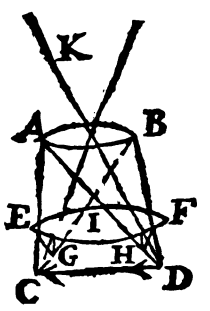
PROPOSITIO XXII.

Theorema.

Teleſcopium tribus convexis conſtans, objecta everſa exhibens.

Præter ſuperius allatam duorum convexorum combinationem, poſſet alia excogitari in qua lentes oculares duæ adhiberentur, ſed ut fateor quæ unius tantum vicem habebunt: quæritur ergo quænam ſit illarum lentium diſpoſitio, & quid emolumenti ex ea percipi poſſit. Adhibetur lens prima imaginem exhibens poſt quam duæ lentes adhibentur, non tamen ita acutæ, ac ſi unica adhiberetur. Quæritur, an aliquid emolumenti ex ea diſpoſitione accipi poſſit? dico ergo objecti magnitudinem non multò magis augendam quam ſi unica lens, acutior ſeu minoris ſphæræ portio pro duabus ſubſtitueretur, majorem tamen objecti partem videndam eſſe. Nam licèt vi primæ lentis radii fiant divergentes, nempè qui ad eandem objecti partem pertinent, multi amittentur & peribunt, qui vi ſecundæ lentis jam ad concurſum aliquem detorquentur, & ad pupillam perveniunt, qui extra illam caderent; unde expertus ſum ſæpè, modò materia vitrorum ſit ſatis conſpicua hujuſmodi combinationem eſſe utilem, & benè exhibere objecta, & multò plura, quod quilibet præter ratiocinationem experiri poteſt. Debet autem lens prima ocularis majoris eſſe ſphæræ portio, ſecunda autem minoris.

Alia item trium lentium combinatio excogitari poteſt: examinabimus autem quid emolumenti ex ea, quid detrimenti poſſit accipi. Diximus propoſitione prima hujus, ſi ſecunda lens poſt priorem ante baſin diſtinctionis adhibeatur, fieri imaginem diſtinctam, ſed minorem; & ſecunda propoſitione diximus, quò magis in eadem combinatione, lens ſecunda diſtat à prima eò majorem eſſe imaginem, ſemper tamen minorem ea, quam ſola prima exprimeret. Quare hoc habemus quod ſi ſecunda lens poſt primam ante baſin diſtinctionis adhibeatur; minus apparebit objectum, quia imago minor erit. Poteſt autem fieri ut non multum decreſcat, ut ſi eſſet lens AB, quæ ſola deberet alicujus objecti imaginem CD, exhibere. Adhibeatur paulò ante focum



lens EF, hæc aliam imaginem exhibebit in GH, ſed penicillus ADB, multò eſt acutior penicillo IHF; angulus enim IHF, externus angulo interno IDF major eſt (*per* 17.1.) quando autem penicilli ſunt multum acuti, nunquam imago eſt præciſa, ſi verbi gratia, radius BD non concurrat cum radio KD, præcisè in puncto D, longius ab eo aberrabit, quam ſi magis obtuſus eſſet. Unde id emolumenti haberi poteſt ut præciſior ſit imago. Secundò id etiam commodi accidit, quod plura ſimul videntur objecta duplici ex cauſa, prima quod imago GH, ſit paulò minor quam imago CD, ſecundò penicilli introrſum detorqueantur, atque adeò faciliùs in tertiam lentem & in oculum incidere poſſint: igitur plura videri poſſint objecta.

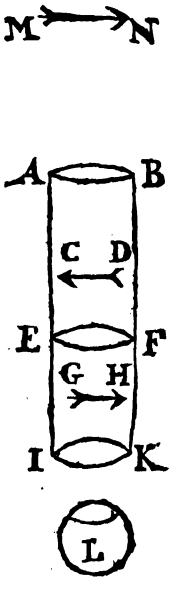
Pater Zucchi refert allatum fuiſſe teleſcopium duabus lentibus convexis & una concava conſtans, in quo nihil commodi ex ſuperadditâ lente convexa notarat, ſed potius detrimenti. Quod quidem facilius in teleſcopio convexo-concavo concederem, quam in convexo-convexo, eò quòd ſpecillum concavum, ut videbimus, ante baſin diſtinctionis adhibendum ſit, ſi adhiberetur alia lens convexa ante concavam, nimium minueret imaginem, quia nempè nimium diſtaret à baſi diſtinctionis. In teleſcopiis autem convexo-convexis, quia lens ocularis poſt baſin diſtinctionis ſtatuitur, tertia quæ addetur paulò ante eandem diſtinctionis baſin collocabitur, poteritque eum effectum præſtare qui ſupra deſcriptus eſt.

PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

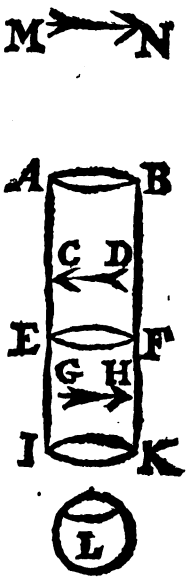
Teleſcopium tribus convexis conſtans objecta erecta exhibens.

Sit lens AB objecti cujuſcumque diſſiti imaginem CD exhibens. Removeatur ab imagine



CD, lens alia EF quæ ſit minoris ſphæræ portio, ſed magis removeatur quam ſit proprii foci diſtantia, ut, verbi gratia, ſi ſit convexo-convexa, removeatur ab imagine CD, quanta eſt diſtantia diametri ſuæ, hæc aliam imaginem GH, æqualem priori CD exprimet. Si velis ut imago GH, major ſit imagine CD, magis admoveatur lens EF, non tamen uſque ad diſtantiam ſemidiametri ſuæ convexitatis; quò autem vicinior erit, eò GH major erit, ſed fiet longior tubus. Habemus igitur aliam imaginem GH priori contrapoſitam & æqualem, ideoque eundem ſitum habentem, quem objectum, hæc imago GH ſpectetur microſcopio

copio IK, nempe ut major appareat adhibeatur lens convexa IK, & oculus L, ſpectabit objectum multò majus.



Demonſtratio. Certum eſt (*per* 60. 1. *hujus*) lentem AB, exprimere imaginem objecti inverſo ſitu; & quia objectum MN eodem modo radiat poſt imaginem CD, ac ſi re vera eſſet in CD: ſi autem eſſet in CD, & objiceretur lens EF paulò remotior ac focus ejus depingeretur illius imago GH, quam poſſumus trans lentem IK aſpicere ut fiat microſcopium.

COROLLARIUM I.

Quò lens IK erit acutior, eò majus videbitur objectum: quia (*per* 17. *hujus*) quò lens IH minoris fuerit ſphæræ portio, eò major videtur imago GH, & conſequenter objectum MN.

COROLLARIUM II.

Dubitare jure quis poſſet, an ſi lens EF eſſet majoris ſphæræ portio, ſecunda imago GH major eſſet. Certum eſt quod ſi imago CD diſtet præcisè à lente EF, diametro ſuæ convexitatis, quòd imago GH erit æqualis imagini CD, & hoc cujuſcumque tandem ſphæræ ſit lens EF. Cum hoc tamen diſcrimine, quòd longior evadet tubus, ſi EF ad majorem ſphæram pertineat. Si verò imago CD fiat propior lenti EF, quam ſemidiametro ſuæ ſphæræ, & conſequenter imago GH magis ab ea recedat, quam ſemidiametro ſphæræ ejuſdem lentis EF; quò EF ad minorem ſphæram pertinebit, eò major fiet imago GH, (*per cor. prop.* 60. 1. *hujus.*)

COROLLARIUM III.

Praxis autem hujus propoſitionis duplici modo haberi poteſt. Primò, ita diſpone lentes AB, EF ut per illas duas videatur objectum MN, diſtinctè & inverſo ſitu, tum adhuc pauliſper removebis lentem EF ab AB.

Denique lentem IK, ſenſim admovebis donec per ttes ſimul diſtinctiſſimum appareat objectum & ſitu naturali.

Alius modus eſt ut lentem IK removeas à lente EF, ſaltem ſeſquidiametro convexitatis EF, ſeu tripla diſtantia baſis confuſionis, & adhuc paulò plus, hoc eſt inſuper ferè diſtantia foci lentis IK, deinde hujuſmodi lentes ita diſpoſitas ſenſim admovebis lenti AB, donec objectum quàm diſtinctiſſimè appareat.

Notandum autem in hoc teleſcopio debere minui proportionem lentis objectivæ ad ocularem, ita ut ſit ut 14. ad 1. Nam expertus ſum in lente objectiva, cujus baſis diſtinctionis remota erat duobus pedibus cum quadrante, optimas fuiſſe lentes oculares, quarum focus erat tantùm duorum digitorum. Erant autem duæ oculares æquales.

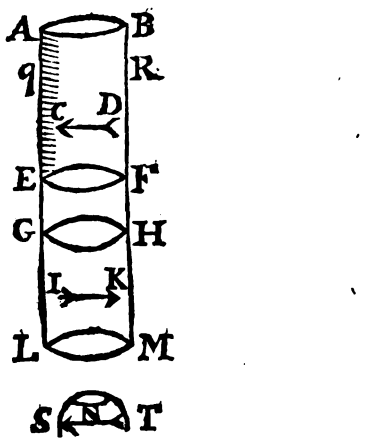
Notandum item in hac combinatione oculum multùm eſſe remotum ab ultima lente oculari, ideóque ejus omnes defectus, & bullæ oculo objiciuntur. Item objectum multùm quidem augeri, incurvari tamen nonnihil, & pauliſper confundi.

PROPOSITIO XXIV.

Theorema.

Teleſcopium quatuor convexis conſtans.

Teleſcopium iſtud in eo differt à ſuperiori, quod in ſuperiori inter imaginem CD, & GF, unica tantùm lens interjiciatur; facilius autem eſt ut ad formandam imaginem GH utamur aliquo microſcopio deſcripto prop. 16. duaſque adhibeamus lentes, hoc modo.



Sit lens AB, quæ exprimat imaginem CD. (*Per* 6. *hujus*) adhibeantur duæ lentes EF, GH, ſitque EF propior imagini CD, quàm ejus focus; ita ut poſt ipſam, radii ad idem objectum pertinentes ſint nonnihil divergentes, veniantque quaſi ex punctis q, & R. Adhibeatur lens GH, ſitque utrjuſque imago IK, quæ rurſus ſpectetur microſcopio LM, N, fietque imago ST, quæ cum ſit objecto contrapoſita repræſentabit objectum prout eſt.

Demonſtratio. Certum eſt, (*per* 60. 1.) lentem AB ſolam exprimere imaginem objecti, in baſi diſtinctionis quam ſuppono eſſe in CD. Certum eſt item, (*per* 16. *huius*) cum objectum OP, ita radiet, poſt imaginem CD, ac ſi revera eſſet in CD, quod poterunt lentes EF, GH, exprimere imaginem, objecti CD; denique quod imago IK poſſit augeri ſi per lentem LM oculus N

eam reſpiciat, & hoc (*per eàndem 16. hujus*) igitur eſt. Fieri poteſt tale teleſcopium, quod erat oſtendendum.

Poſſunt enim lentes EF, LM, quæ ſunt primæ in duobus microſcopiis, ita augeri, ut videatur objectum multò majus, quàm ſi directè ſpectaretur (*per 17. hujus.*)

Eſt major difficultas determinare an lens GH, debeat eſſe minoris ſphæræ portio, ad hoc ut augeatur objectum. Et primò quidem, ſi imago CD præcisè diſtaret à lente EF, quanta eſt diſtantia foci ejus, certum eſt quod quò lens GH ad majorem ſphæram pertineret, eò major eſſet imago IK, (*per cor. 3. 14. hujus.*)

Pariter ſi EF longiùs diſtaret ab imagine CD. Si verò ſit propiùs admota, ita ut punctum C, poſt refractionem in lente EF factam, radiet, quaſi ex puncto q. ſi lens GH eſſet ita magnæ ſphæræ portio, ut punctum q, minus diſtaret quam ejus focus, nulla fieret imago. Dicendum igitur eſt in genere, quia objectum CD, aut etiam q, R, non multum diſtat à lente GH, (*per cor. 61. 1.*) quò lens GH erit minoris ſphæræ portio, eò imaginem IK, majorem fore.

COROLLARIUM I.

Ut aliquid dicamus ad praxin ſpectans. Invenio ſatiùs eſſe, ut tres lentes oculares EF, GH, LM, ſint æqualis convexitatis. Secundò, quò erunt majores ſectiones ſuarum ſphærarum eò cum majori lumine objecta videbuntur. Tertiò extremitates ut plurimum ſunt tegendæ, alioquin fiet circa objectum aliqua Iris. Quartò Oculus non debet lentem LM tangere, idcóque debet addi aliquis tubus perforatus ut oculus inveniatur in axe omnium lentiũ. Si enim tantiſper ab eo axe deflectat; nihil videbit, ſed adnaſcentem nubeculam cæruleam ſpectabit. Quintò proportio lentis objectivæ cum ocularibus hanc invenio aptiſſimam, ſi nempe objectiva lens uniat radios ad diſtantiam duorum pedum cum quadrante; quælibet lens ocularis uniat radios ad diſtantiam duorum circiter digitorum.

COROLLARIUM II.

Modus diſponendi lentes, ad diſtinctam viſionem, licèt ex ipsâ propoſitione erui facilè poſſet; quia tamen ſatis eſt difficilè baſin diſtinctionis cujuſlibet lentis experiri, præcipuè verò in lentibus objectivis, ideò hoc modo facilius præſtare poteris. Primò trans duas lentes AB, EF, objectum ſpectabis, eaſque ita removebis ab invicem, donec diſtinctiſſimum, inverſum tamen, ſpectetur objectum. Idem præſtabis cum duabus ultimis lentibus GH, LM. Tunc lentes GH, LM, ita diſpoſitas admovebis aliis duabus, donec objectum diſtinctum & erecto ſitu appareat.

COROLLARIUM III.

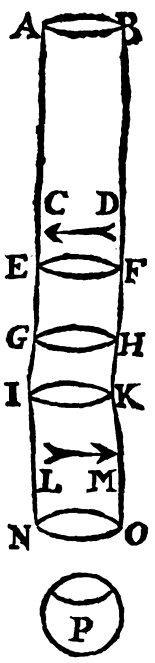
Alia diſpoſitio eſſe poterit. Si lentem unam paulò ante baſin diſtinctionis lentis objectivæ ponas, ut expreſſiorem habeas imaginem. Tertia diſtet à ſecunda duplâ diſtantiâ ſui foci. Quarta item diſtet duplâ diſtantiâ foci tertiæ, & inſuper ferè diſtantia ſui foci. Si tertiam magis admoveas ſecundæ majus erit objectum.

PROPOSITIO XXV.

Theorema.

Teleſcopium quinque convexis conſtans.

Id incommodi habet teleſcopium quatuor convexis conſtans, ut lentes oculares ſint minoris ſphæræ portiones, ex quo ſequitur ut circa limbos iridem efforment. Quod incommodum vitatur ut plurimum, ſi quinque convexis utamur. Lentes enim poterunt eſſe majoris ſphæræ portiones, & conſequenter ſub eâdem magnitudine habebunt ſuperficies minus inter ſe inclinatas; facilè autem oſtendimus, (*prop. 22.*) tribus convexis, & oculo poſſe ſecundam imaginem efformari. Si nempe prima lens ferè ſit in ipſa, baſi diſtinctionis primæ, tertia diſtet à ſecunda paulò minùs quàm diſtantia foci ſui, quarta à prima ut exigit microſcopium prop. 16. habebitur imago LM, quæ ut augeatur, ſpectabitur



lente convexa NO, & oculo P; *nam lens EF, in* ipſo ferè foco lentis AB poſita, *nihil efficit* aliud, quam radios ad idem objecti punctum pertinentes colligere. Unde objectum DC ſpectandum eſt quaſi eſſet in ipſa EF, in tali autem caſu GH, & IK teleſcopium perficiunt 16 aut 18 propoſitione deſcriptum, cætera ſunt communia alteri teleſcopio. Ideoque licèt lens NO ſit minoris ſphæræ portio, aliæ tamen poſſunt ad majores ſphæras pertinere.

Modus quo hujuſmodi lentes ordinantur non eſt unicus. Primò tres lentes AB, EF, GH, tubo inſerantur, ita ut per eas ſimul ſumptas objectum diſtinctum, & everſum videatur; quod idem eſt ac ſi quatuor lentes ſecundam imaginem LM formarent; nam oculus unius lentis vicem obtinet. In alio tubo lens IK, & NO ita diſponantur ut per ambas reſpiciendo objectum diſtinctè everſo tamen ſitu videatur, illaſque ita diſpoſitas ſenſim admovebis aliis, donec per omnes ſimul objectum diſtinctum, & erecto ſitu appareat. Alij ſingularum lentium accepta baſi diſtinctionis,

Digitized by Google

his, posteriorem præcisè in basi distinctionis constituunt, & hoc modo habent intentum.

Eustachius Divini hâc utitur, secundum convexum tantisper ultra focum objectivæ lentis collocat, tertium citra focum secundi, ita ut desit quarta pars distantiæ foci ejus; quartum similiter ad tertium, quintum ad quartum.

Ut autem tam dispositio quam vitrorum proportio oculis subjiciatur, hîc referam exemplum telescopii Domini Demonconis viri eruditissimi, qui scientiæ cupidus non solùm totam Europam peragrarat, sed etiam nonnullas Asiæ regiones: habui autem præ manibus ejus telescopium quod ab Eustachio Divini triginta aut quadraginta nummis aureis sibi comparârat. Erat autem hujusmodi, Quinque convexis constabat.

Lens objectiva palmorum circiter 15, seu pedum Regiorum 10. circiter.

Distabat lens prima ocularis ferè eodem spatio nempe post basin distinctionis erat posita sed non longè ab illa aberat.

Tres primæ lentes oculares habebant focum distantem digitis seu uncis pedis Regii Gallici fere 11. distantia inter utramque lentem erat 7 digitorum, cum dimidio; sicut & distantia ultimæ lentis vicinioris oculo à penultima.

Focus autem ultimæ lentis erat digitorum 4 & linearum duarum. Multum quidem augebat objecta ita ut ad distantiam duarum leucarum potuissem aliquem in fenestra videre; videbatur tamen objectum non usque adeo clarum.

Aliud telescopium quinque convexis constans vidi, quod Pater Reyta Ducissæ Sabaudiæ donaverat.

Optimum telescopium cujus lens objectiva trium pedum sequens ocularis duorum digitorum cum dimidio, secunda & tertia ocularis unius digiti cum dimidio, quarta oculo vicinior unius digiti, & novem linearum.

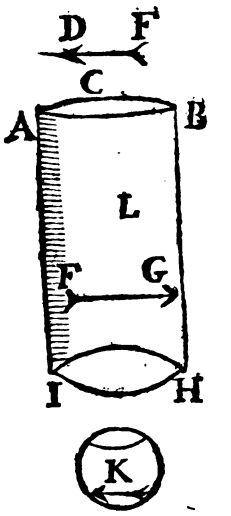
PROPOSITIO XXVI.

Problema.

Telescopium in Engyscopium convertere.

Sit telescopium quodcumque supra descriptum, præcipuè verò si duabus tantùm lentibus constet ita disponatur ut lentes multùm distent ab invicem, & objectum fiat vicinius lenti objectivæ, non tamen ita ut sit intra distantiam foci ejus; poterit fieri Engyscopium in quo objecta multùm augebuntur. Sit enim lens objectiva AB cujus focus C, sitque objectum DE, ultra ejus focum (*per coroll. 60. 1. hujus*) hæc imaginem majorem exhibebit quam sit objectum ipsum, cum antea objecti remotioris imaginem minorem exhiberet. Sit imago FG, ut adhuc ulteriùs augeatur respiciatur per lentem IH, ab oculo K, (*per 16. hujus*) adhuc major videbitur. Igitur si longior fiat tubus telescopii, fiet engyscopium; quod erat demonstrandum.

In quo notandum est ad quamlibet tubi longitudinem majorem consueta, posse inveniri distantiam objecti, in qua distinctè videatur. Sit enim distantia quæcumque, nempe ea quæ intercedit inter AB & IH, sitque objectum multùm distitum; ita ut AB ejus imaginem exhibeat in puncto L, quò magis totum tubum & consequenter lentem AB objecto admovebis, eò magis recedet imago à lente AB & hoc sensim; ergo poterit in-



veniri per attentationem, aliqua distantia objecti à lente, in qua imago se offerat ante IH, & ab oculo K distinctè videatur.

PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

Telescopium binoculum.

Mirum est quantum juvetur visio præcipuè verò ad judicandum de objecti distantia, & consequenter de magnitudine à geminis oculis. Non dubito autem in his Telescopiorum generibus in quibus ut ita dicam non tam objectum ipsum, quam ejus imaginem in aëre efformatam speculamur, & objectum propter unionem penicillorum, ita radiat in oculum, ac si re vera in loco imaginis existeret; non dubito inquam quin in eodem præcisè loco appareret objectum, si hæc imago in utrumque oculum radiare posset. Sed versavi hujusmodi telescopia in omnem partem; & efficere non potui, ut eadem imago, quam hic vocabimus intentionalem, in duos oculos incurreret: ad hoc præstandum lente objectivâ maximâ opus esset, rationem attulimus. (*propos. 11. hujus.*)

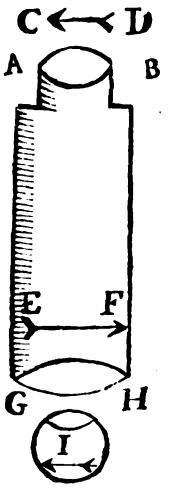
Quod si fieri posset ut duæ lentes dissitæ, quanta est oculorum distantia aut adhuc magis eandem imaginem efformarent, posset etiam fieri, ut pinicilli duo ejusdem partis objecti in puncto imaginis concurrentes post talem concursum, rursus ab invicem discederent, unusque oculum dextrum afficeret, & alter sinistrum, & tunc objectum in loco imaginis esse existimaretur. Sed neque hoc fieri posse certum habeo: restat ergo ut duæ imagines à duabus lentibus efformentur; sed omnino similes, qui autem radii ab eodem objecto per lineas rectas quasi parallelas producuntur objectum in eodem loco representant. Fiant igitur duo telescopia omninò similia, quæ conjungantur, ita ut sint sibi invicem parallela, & distent eâdem qua oculi distantia; dico ita posse illa disponi, ut uterque oculus unicum tamen objectum videat. Cum enim imagines similes in utroque oculo exprimantur, incidantque per radios physicè parallelos etiam repræsen

repreſentabunt objectum eſſe in hujuſmodi radiis parallelis, quæcumque autem objecta diſtantia per radios parallelos videntur unicum apparent objectum, cum unicum & idem objectum per radios phyſicè parallelos videatur. Expertus ſum in teleſcopio duorum pedum, & certum eſt diſtinctius incomparabiliter & majus, ut vicinius objectum apparere, & quod mirum eſt non duo teleſcopii gemini foramina videbantur, ſed unicum. Eſt tamen aliqua difficultas, in diſponendis tubis, neque enim diſtantia oculorum inter ſe omnibus hominibus eadem eſt, ideoque relinquo artificis induſtriæ id præſtandum, ita tamen ut poſſint lentes ſibi correſpondentes, nempè objectivæ objectivis, oculares ocularibus, tantiſper aut admoveri aut removeri. Pater Reyta inſigne teleſcopium binoculum circumferebat cujus lentes non tubis aptabantur ſed capſulæ alicui, quæ ad modum follium plicabatur, erat autem decem circiter palmorum ejus longitudo, quando nempè ſupra aſſerculum explicabatur prout par erat: referunt autem lunam hoc tubo in magnitudinem prodigioſam excreviſſe.

PROPOSITIO XXVIII.

Microſcopium duabus lentibus convexis conſtans.

Facilis erit ex ſuperioribus demonſtratio hujus microſcopii. Sit enim convexa minoris ſphæræ portio cujus focus, 6, verbi gratia, linearum, ſit-



que objectum acceſſibile C D, admoveatur objecto C D lens A B, diſtet tamen paulò magis, quàm focus ejus; (*per 60. 1. hujus*) fiet imago E F multò major; & (*per eadem*) quò fuerit minoris ſphæræ portio eò imago E F erit major. Ut autem adhuc major fiat, adhibeatur lens alia convexa G H, & oculus I (*per 16. hujus*) imago E F, major videbitur, ergo objectum C D adhuc majus videbitur, quod erat demonſtrandum.

In quo vides tres adhiberi lentes convexas quarum oculus una eſt, & tribus convexis objecti imaginem erectam habemus.

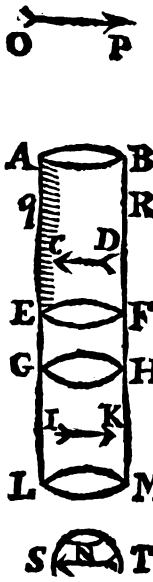
COROLLARIUM.

In hoc microſcopio objectum CD everſum apparet; quia imago quæ eſt in oculo erecta eſt, vel quia oculus ſpectat media lente G H, quæ ſitum objecti non immutat, imaginem EF inverſum, loco objecti C D.

PROPOSITIO XXIX.

Theorema.

Engyſcopium tribus convexis conſtans.

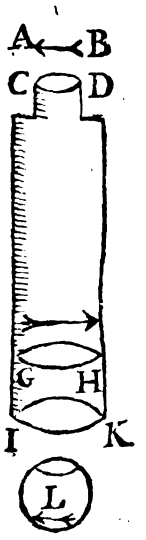


In figura (*propoſitionis 24.*) intelligatur objectum eſſe C D, quod propiùs admoveatur lenti E F, quam focus ejus, addaturque alia lens G H. (*Per 16. hujus*) fiet imago I K, objecti C D, quæ poterit eſſe major objecto, ſi lens E F fuerit minoris ſphæræ portio: efformabitur ergo imago I K, addatur alia lens L M; ut adhuc ulteriùs augeatur imago I K, & (*per eandem 16. & ejus coroll.*) augebitur magis objectum.

PROPOSITIO XXX.

Theorema.

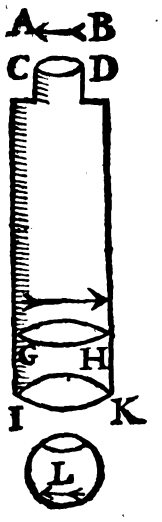
Aliud engyſcopium tribus convexis conſtans plures ſimul objecti partes detegens.



Quia microſcopia duobus aut etiam tribus convexis conſtantia, ut plurimum id habent incommodi, quod objectorum pauciſſimas partes ſimul exhibeant, poſſumus exhibere plures ſimul partes objecti licèt non ita diſtinctè exhibeantur: in magno tamen lumine ſufficienter objectum videbitur ad diſtinguenda animalculi cujuſque minutiſſimas partes quod ita deſcribi poteſt.

Sit objectum AB, à lente CD paulò magis diſtans, quam ſit focus ejus (*& per 45. 1. hujus*) imagi

imaginem EF, efformans multò majorem, quam sit idem objectum AB. Adhibeatur alia lens GH,



ferè in ipsa imagine, deinde alia post ipsam, & oculus L, dico imaginem EF, multum augendam, & plures ejus partes videndas. Et hoc jam ostensum est prima parte propositione 22. hujus.

COROLLARIUM.

Afferam hic aliquid ad praxin spectans nempe proportionem microscopii tribus convexis constantis.

Erat autem Domini Demonconis. Prima lens objectiva CD, cujus focus distabat ab ea uno digito Regio & una circiter linea.

Secunda lens GH, cujus basis distinctionis distabat duobus digitis cum dimidio, hæc autem erat satis magna totumque obtinebat.

Tertia lens IK, cujus focus distabat uno digito & quinque lineis.

Dispositio autem talis erat, objectum AB distabat à prima lente uno digito; & quatuor lineis.

Lens CD, aperta tantum erat foramine cujus diameter unius lineæ cum dimidia.

Lens GH, distabat à lente CD, digitis quindecim;

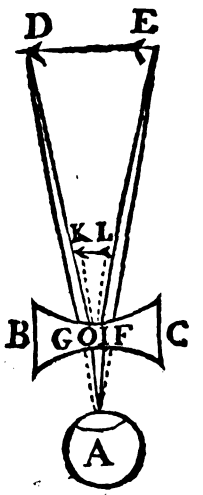
Lens IK, distabat à lente GH, uno digito, & 9 lineis, oculus distat à lente IK semidigito.

PROPOSITIO XXXI.

Theorema.

Si oculo lens concava adhibeatur, objecta minora apparebunt.

Sit oculus in A, specillum concavum BC, objectum DE, dico objectum DE, minus videri. Sit enim angulus DAE, sub, quo, directo aspectu videri deberet objectum DE, radii EF, DG, refringentur & divergent, ideoque non pervenient in punctum A; ergo sub illis non videbitur objectum DE. Debebit igitur videri objectum DE, per per alios radios qui ut per divergentiam perveniant in punctum A, debent intra radios DA, EA comprehendi; quare angulus OAI, minor, sub quo trans specillum concavum videtur objectum, minor est angulo DAE, sub quo videretu



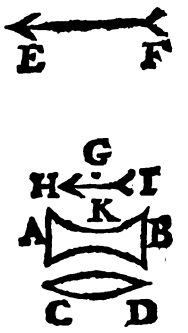
idem objectum directè; ergo & minus apparebit objectum; quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXXII.

Theorema.

Specillum concavum immediate lenti convexa præpositum, si ejus concavitas minoris est sphæra portio quam convexitas lentis aut etiam æqualis, impedit omnimodam imaginem.

Sit specillum concavum AB præpositum immediatè lenti convexæ CD, sitque concavitates specilli minoris sphæræ portiones, quam convexitates lentis CD, aut etiam æquales, dico nullam posse objecti EF etiam diffiti post lentem efformari imaginem.



Demonstratio. Sit centrum specilli G, & quia convexitates lentis pertinent ad majores sphæras quam concavitates specilli aut certè ad æquales punctum G, aut erit focus lentis CD, aut certè focus ejusdem lentis magis distabit ab ea quam punctum G: sed (*per 34. hujus*) specillum AB ita detorquet radios ac si objectum esset propius quam punctum G, objectum autem propius lenti quam ejus focus nullam imaginem efficit: igitur in casu propositionis nulla efficietur imago.

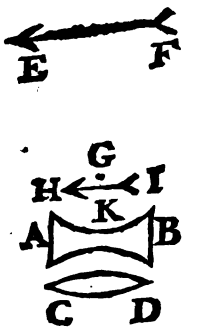
Digitized by Google

PROPOSITIO XXXIII.

Theorema.

Specillum concavum, cujus concavitas ad eandem sphæram pertineat ad quam convexitas lentis, si ab ea removeatur, non impediet quominus post lentem exprimatur aliqua objecti imago.

Sit specillum concavum AB, lens CD, sitque punctum IK, focus lentis CD. Ita removeatur specillum concavum AB, ut ejus centrum, aut locus in quo virtualem imaginem objecti effingit sit ultra punctum IK, dico objecti cujuscumque distincti imaginem exprimendam post lentem CD.



Demonstratio. Specillum AB (*per* 34. 1. *hujus*) ita detorquet radios ac si objectum esset in HI, ideoque objectum distinctum ita radiat in lentem CD, ac si esset in HI; sed objectum remotius à quacumque lente quam sit focus ejus (*per* 60. *primi hujus*) aliquam post lentem, exprimit imaginem distinctam, igitur objectum quodcumque remotum radians trans specillum cavum satis remotum à lente convexa, aliquam sui imaginem exprimit; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Ex eo sequitur quod si specillum concavum fuerit æqualiter distans, aut magis quam focus ejusdem lentis, non impediet quo minus post lentem CD aliqua exprimatur imago; nam in tali casu objectum radiabit post specillum AB, eodem modo ac si esset circa centrum concavitatis specilli. Sed centrum concavitatis ejus invenitur magis remotum à lente quàm sit focus ejusdem lentis, cum specillum ipsum sit in tali foco; igitur objectum radiabit quasi esset ultra focum lentis CD: igitur (*per* 60. 1. *hujus*) lens CD imaginem aliquam exprimet. Quod erat demonstrandum.

PROPOSITIO XXXIV.

Theorema.

Ex engyscopio telescopium facere.

Habeatur quodcumque engyscopium vel simplex, hoc est unico convexo constans, vel compositum ex duabus lentibus, noteturque in quam distantiam à prima lente objectiva, debet esse objectum, ut distinctè ab oculo videatur, ponamus esse distantiam unius digiti ante hanc lentem objectivam, applicetur concavum, sitque semidiameter concavitatis ejus unius digiti; dico fore ut objectum dissitum videatur distinctè per tale engyscopium.

Demonstratio. Cum enim, post specillum concavum eodem modo radiet objectum, ac si esset prope centrum ejusdem specilli, ita autem appositum est specillum ut centrum concavitatis ejus sit in eodem loco in quo deberet esse objectum, ut per engyscopium clarè, & distinctè videretur, fit ut adhibita lente concava, ante engyscopium objectum distans possit videri distinctè; quod erat demonstrandum.

COROLLARIUM.

Videretur sequi ex eo maximum compendium, nempe ut per lentem cavam ita vicina fierent objecta ut jam inutilia essent telescopia: fateor tamen istud lentis concavæ compendium in hac materia non esse momenti & hoc non sola ratione ductus assero; sed etiam experientia teste id comprobo. Si specillum concavum sisteret, ut ita dicam, virtualiter objectum cum sua magnitudine, circa centrum suæ concavitatis, bene quidem, sed jam ita diminuitur, ut sit perinde adhibere lente valdè convexam. Sit enim specillum concavum, quod objectum dissitum sistat virtualiter prope centrum suæ concavitatis ut ostendimus (*prop.* 34. *primi hujus*) hoc est ita radiet objectum post specillum concavum ac si esset in ejus centro; supponatur pro specillo concavo substitui lentem convexam tantæ convexitatis, quantæ concavitatis est specillum, illa lens imaginem objecti efformabit circa centrum suum quare imago virtualis specilli concavi, & imago vera lentis convexæ sunt æquales. Sicut ergo si præponamus engyscopio quale fit ex duabus lentibus convexis, aliam lentem convexam quæ exprimat imaginem objecti in loco apto respectu engyscopii, illa lens debet jam imaginem illam satis magnam exhibere, alioquin engyscopium poterit quidem illam augere; sed non cum ea distinctione quæ necessaria est: ita etiam quando adhibebitur lens concava engyscopium malignè representabit objectum. Unde puto vix quidquam boni ex præposito specillo concavo haberi *posse*, præcipuè cum dispergat radios multosque reddat inutiles.

PROPOSITIO XXXV.

Theorema.

Specillum concavum, lenti convexæ præpositum retardat penicillorum concursum.

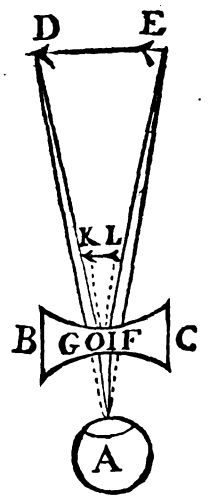
Specillum concavum sistit virtuale objectum circa centrum suæ concavitatis; ergo statuit illud propiùs, quam erat, sed objecti propioris lenti convexæ imago est remotior à lente (*per* 34. 1. *hujus*) ergo adhibita lente concavâ, si non impeditur concursus radiorum saltem retardatur.

PROPO

PROPOSITIO XXXVI.

Myopes objecta dissita specillo concavo distinguere possunt quæ minora apparebunt.

Defectus myopum ut diximus in optica, in eo consistit quod retina sit nimis remota à crystallino, ideoque ptiùs concurrant penicilli, quàm ad retinam appellant, sed (*per* 34. 1. *hujus*) specillum concavum objectum virtualiter sistit in centro suæ cavitatis, ergo si centrum cavitatis alicujus specilli ponatur in ea distantia è qua oculus myopis distinguit objecta, bene distin-



guet illud objectum. Sit oculus myopis A, qui objectum dissitum DE videre non possit, possit tamen videre distinctè illud objectum quod esset in KL, nam cum objecta vicina tardius uniant radios, poterit fieri ut objectum in KL positum distinctè videatur. Sit specillum utrinque cavum quod ita disponatur ut ejus centrum sit circa punctum K; hoc autem fieri poterit modo ejus semidiameter minor sit distantia AK, si enim major esset collocari non posset inter oculum A, & punctum K (*per* 34. *primi hujus*) objectum DE sistetur virtualiter in KL hoc est ita radiabit post specillum BC ac si esset in KL sed si esset in KL distincte videretur (*ex suppositione:*) ergo dum radiat per specillum B C distinctè videbitur, quod erat primum.

Addo quod videbitur esse minus, nam angulus KAL minor est ut patet angulo DAE, sed angulus K A L, est ille sub quo videtur objectum per specillum concavum BC, angulus autem DAE est ille sub quo videretur directè; ergo dum directè sine ullo specillo spectatur objectum DE videtur sub majori angulo & consequenter majus; quod secundò demonstrandum erat.

COROLLARIUM I.

Myops exigit specillum utrinque cavum, illius concavitatis ad cujus semidiametri distantiam sine specillo videt distinctè objecta.

COROLLARIUM II.

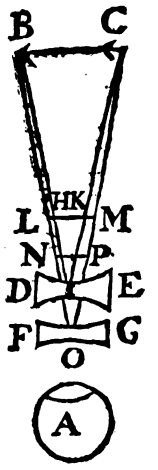
Sequitur ex eo, quod si aliquis objectum distinctum videat sine specillo concavo; adhibito tali specillo concavo, objectum idem in eadem distantia existens obscurè videbit: cum enim adhibito specillo concavo virtualiter accedat objectum, objectum autem quod videbatur clarè, hoc est quod imaginem suam exprimebat in retina, si accedat ad crystallinum tardius penicillos unit; ergo nisi retina recedat, excipiet penicillos non unitos; ergo obscurè videbit.

PROPOSITIO XXXVII.

Theorema.

Si duobus specillis inæqualibus objectum idem distinctè videatur majus videbitur per specillum quod erit majoris sphæra segmentum.

Sit oculus myopis distinctè videns objectum dissitum BC specillo concavo DE, quod sit mi-



noris sphæræ portio, tum specillo FG; dico objectum BC majus videndum specillo FG, quam specillo DE, ducantur enim BO, CO, BI, CI.

Demonstratio. Sit HK distantia ad quam oculus H distinctè videt objectum sine specillo, debebit centrum concavitatis utriusque specilli esse circa HK. Sit ergo DE specillum cujus centrum erit circa HK. Sit & aliud FG cujus centrum erit etiam circa HK, alioquin oculus A non videret distinctè per illud, contra suppositionem; quare F G erit majoris sphæræ portio, cum semidiameter concavitatis ejus sit major. Magnitudo autem objecti B C visi per specillum DE est HK (*per* 54. 1. *hujus*) magnitudo ejusdem objecti spectati per specillum FG est L M; sed LM est major, quam H K, igitur objectum visum per FG quod ostendimus esse majoris sphæræ segmentum majus videtur; quod erat ostendendum.

COROLLARIUM I.

Specillum quod tangit oculum, & exhibet objectum distinctum, est maximum quo uti possit oculus myopis. Si enim majus esset, hoc est majoris sphæræ portio, collocari non posset inter oculum A & punctum H, in quo objecta distinctè videntur.

COROLLARIUM II.

Dato oculo myopis determinare concavitatem specilli quo uti debet ad videnda distinctè objecta dissita. Sumatur distantia characterum ab oculo dum leget, hæc distantia est semidiameter concavitatis specilli quo uti debet, si sit utrinque

Digitized by Google

æqualiter concavum. Si verò eſſet plano concavum, hæc diſtantia eſſet diameter concavitatis.

PROPOSITIO XXXVIII.

Theorema.

Quò magis idem ſpecillum ab oculo removebitur, eò minus apparebit objectum.

Sit oculus A idem objectum BC, reſpiciens per ſpecillum FG, quod deinde transferatur in ED.



Dico dum ſpecillum erit in E D, objectum B C appariturum ſub minori angulo, & conſequenter minus, præcipuè reſpectu objecti diſſiti. Locus enim in quem per ſpecillum DE transfertur objectum, ſit HK, & locus in quem transfertur à ſpecillo FG ſit NP, tantumdem diſtabit in utroque caſu. Suppono enim objectum multùm diſtare, ita ut illa remotio ſpecilli ab oculo non ſit notabilis, reſpectu diſtantiæ objecti; quare I H, ON æquales erunt. Ducantur lineæ BI, CI; item BO, CO.

Demonſtratio. Ita ſe habet (*per* 4. 6.) BI ad HI; ſicut BC ad HK, pariter ita ſe habet BO ad NO, ſicut BC ad NP, eſt autem phyſicè eadem ratio BO ad NO, quæ BI ad HI; cùm ſupponamus illam aproximationem non eſſe notabilem reſpectu diſtantiæ objecti, igitur HK, N P ſunt proximè æquales. Sed æqualis quantitas ſpectata à majori diſtantia minor eſt, ut oſtendimus in Optica; igitur H K apparet minor; quod erat oſtendendum. Adde quod in retina objecti ejuſdem remotioris imago ſit minor, ut in lente accidit.

PROPOSITIO XXXIX.

Theorema.

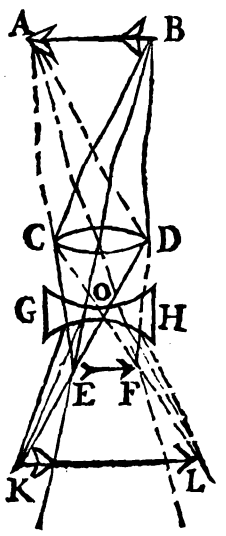
De loco apparenti objecti per ſpecillum concavum.

Recurrit difficultas maxima, quæ ſemper eſt intricata, tam in reflexione, quam in refractione; eò quòd non careat ſua difficultate in radio directo. Quæritur ergo in quonam loco debeat apparere objectum ſpectatum per ſpecillum concavum. Certum quidem quod ſi ſola irradiationis habeatur ratio, cum eodem modo radiet in oculum, ac ſi verſaretur circa centrum concavitatis ſpecilli: unde ſi daretur ſpecillum aliquod ſatis magnum hoc eſt quod eſſet magna portio ſuæ ſphæræ, ita ut eodem ſpecillo uterque oculus uteretur, videretur objectum in eo loco, cum radiet eodem modo, ac ſi in tali loco verſaretur. Quia tamen ad determinandum locum recurrimus ad alia ſubſidia, nempe ad interjectionem corporum ad magnitudinem notam; quia videmus eadem corpora interjici, & objectum minus apparet; ideò judicamus illud etiam aliquando magis à nobis diſtare. Non dubito autem quin ſi nullum ex interjectis corporibus videremus, nec attenderemus ad magnitudinem notam, judicaremus objectum non multum diſtare quod tamen remotiſſimum eſt. Unde expertus ſum ſæpiſſimè dum nullum interjectum corpus videtur, ut de nocte, dum reſpicitur fax diſſita, me judicaſſe illam eſſe maximè propinquam per ſpecillum cavum, & multò propiorem quam dum nudo ſpectatur oculo.

PROPOSITIO XL.

Specillum concavum poſt lentem convexam poſitum aliquando imaginem majorem, & ad majorem diſtantiam exprimit.

Sit objectum AB, radians per lentem convexam CD, & (*per* 60. *primi hujus*) exprimens



imaginem EF. Conſtituatur ſpecillum concavum GH, ita ut E F ſit illi aliquantò propior quàm centrum concavitatis ejus; dico aliquam ejuſdem objecti A B imaginem diſtinctam efformandam, ad majorem diſtantiam, & conſequenter majorem, ſeu quod idem eſt, aſſero concurſum penicillorum retardandum eſſe.

Demonſtratio. Si objectum eſſet KL magis remotum quam centrum, poſt lentem GH, ita radiaret ac ſi exiſtens in EF radiaret directè, (*per* 54. 1. *hujus*) ſed ſi eſſet in E F, radiaret directè per radios EC, ED, FC, FD, qui radii poſt lentem CD, haberent imaginem AB, & (*per* 4. *hujus*) radii viciſſim eadem relegunt veſtigia: ergo ſi AB fiat objectum KL, fiet imago; quod erat demonſtrandum.

PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO XLI.

Theorema.

Specillum concavum, poſt lentem convexam aliquando penicillorum radios parallelos remittit, aliquando divergentes.

Vide figuram præcedentem.

Ponatur enim ſpecillum concavum G H, ita ut imaginis E F, à ſola lente convexa C D exprimendæ locus ſit præcisè in centro concavitatis ſpecilli. Supponantúrque radii K E, K G inter ſe paralleli, ſicut L F, L H, illi poſt ſpecillum concavum G H divergent à punctis E, & F reſpectivè. Sed ſi puncta E & F directè radiarent, efformarent imaginem A B, cum A B efformet imaginem E F: igitur (*per* 4. 1. *hujus*) ſi fiat permutatio, & objectum ſupponatur eſſe A B, penicillorum radii erunt paralleli.

Pariter quia radii convergentes, & incidentes in ſpecillum concavum divergunt ab aliquo puncto poſito ultra centrum concavitatis ejus, poſt refractionem factam, ſi ſupponatur E F, locus imaginis exprimendæ per ſolam lentem convexam C D, eſſe ultra centrum concavitatis ſpecilli, & radii K G, K E; item L F, L H ſupponantur convergentes, poterunt ita convergere, ut poſt ſpecillum G H, divergant à punctis E & F, & conſequenter concurrant in punctis A & B, & facta permutatione, ita ut A B. fiat objectum (*per* 4. 1. *hujus*) radii penicillorum ſeparabuntur ab invicem.

COROLLARIUM I.

Specillum concavum immediatè lenti convexæ applicatum, ſi ſit ejuſdem ſphæræ portio, radios remittit parallelos, eos nempè qui paralleli incidunt in lentem, tunc enim ſi lens convexa ſola eſſet, radios parallelos uniret in centro ſuæ convexitatis; ſed ex ſuppoſitione idem eſt centrum concavitatis ſpecilli, radii autem paralleli incidentes in ſpecillum divergunt quaſi à centro, & conſequenter qui ex alia parte convergunt quaſi ad centrum, remittentur paralleli. Si verò ſpecillum concavum ejuſdem ſphæræ portio, cujus lens convexa eſt ſegmentum, removeatur à lente convexa, poteſt habere imaginem. Nam tunc locus imaginis per ſolam lentem convexam exprimendæ erit vicinior ſpecillo, quam centrum ejus, ideóque radii poterunt remitti convergentes.

COROLLARIUM II.

Si ſpecillum concavum fuerit majoris ſphæræ portio, quam lens convexa, eámque tangat, poterit dari aliqua imago, quia in tali caſu, locus imaginis à ſola lente convexa exprimendæ, eſt propior ſpecillo quam ejus centrum: ergo (*per* 40. *hujus*) adhuc radii penicillorum convergentes erunt, multò magis ſi removeatur, & quò plus removebitur eò citius radii unientur, & imago erit minor.

COROLLARIUM III.

Si ſpecillum concavum ſit minoris ſphæræ portio, quàm lens convexa, illíque propiùs admoveatur, nulla fiet imago; ſed radii penicillorum divergentes erunt. Cum enim imago per ſolam lentem convexam exprimenda, longius diſtet à ſpecillo concavo quam centrum ejus (*per* 41.) radii penicillorum paralleli, aut divergentes evadent.

COROLLARIUM IV.

Si alia lens convexa adhibeatur poſt ſpecillum concavum in caſu in quo radii convergunt aut ſunt paralleli, adhuc imago efformabitur, quia lens convexa radios parallelos unit (*per* 60. 1. *hujus*) & convergentes etiam. Si verò radii ultimi divergant, quaſi à puncto viciniore lenti ſuperadditæ, quam ejus focus, nulla amplius efformabitur imago: quia (*per* 60 *primi hujus*) lens convexa radios ab ejus foco procedentes remittit parallelos, qui verò à puncto propiore procedunt relinquit divergentes.

PROPOSITIO XLII.

Problema.

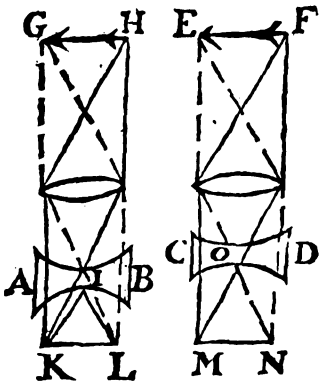
Teleſcopium Hollandicum, ſeu Galilæanum lente convexa, & ſpecillo concavo conſtans.

Hæc Teleſcopii ſpecies prima inventa fuit, caſu ut putatur ab aliquo artifice Hollando, qui unâ manu lentem convexam tenens ab oculo remotam, alterâ verò ſpecillum concavum oculo admovens, animadvertit objectorum magnitudinem apparentem mirum in modum augeri: ex quo ſumpſit occaſionem lentes hujuſmodi aptandi tubis, ut facilius in certa, & determinata diſtantia continerentur. Hujus autem celeberrimi inventi fama, totam Europam pervagata eſt; Galilæus autem Florentinus, nobilis mathematicus, cum tantum in genere aliquid de hujuſmodi invento inaudiiſſet, tot lentes elaboravit, tot ratiocinationes adhibuit, ut tandem id quod confusè tantum didicerat, rurſus invenerit. Ex quo hujuſmodi Teleſcopia, quæ priùs Hollandica dicebantur in Italia, & ferè in tota Europa Galilæana nuncupantur. Conſtant autem ſpecillo concavo, & lente convexâ. & hæc contendo demonſtrata eſſe ſuperiùs, modò applicetur demonſtratio hoc ratiocinio.

Nulli inveniuntur oculi qui objecta in certa, & determinata diſtantia non videant diſtinctè, nonnulli in majori, alii verò in minori; ita myopes communiter vident diſtinctiſſimè, quæ ſemipede diſtant ab oculo, alii quæ uno circiter pede diſſita ſunt, presbytæ verò quæ pluribus. Singulæ autem partes objecti vicini radios in oculum emittunt divergentes; ex quo ſequitur pro myopibus penicillorum radios requiri magis divergentes, ut vi cryſtallini in retina præcisè concurrant; aliis verò minùs divergentes, presbytis autem ferè parallelos. Quare ſi poſt lentem convexam, paulò ante concurſum penicillorum, adhibeatur ſpecillum concavum minoris ſphæræ ſegmentum; ita ut paulò magis diſtet ab imagine, ſeu à baſi diſtinctionis lentis convexæ, quam ſit ſemidiameter concavitatis ejus (*per* 41. 1. *hujus*) radii penicillorum fient divergentes, ergo uniri poterunt ab oculo myopis, fient enim magis, aut minus divergentes, prout magis removebitur ſpecillum concavum, à baſi diſtinctionis, ſeu quò magis admovebitur lenti convexæ, eruntque

Digitized by Google

paralleli ſi præcisè ſpecillum concavum diſtet à baſi diſtinctionis ſemidiametro ſuæ concavitatis: debet autem neceſſariò ſpecillum concavum eſſe minoris ſphæræ portio quàm lens convexa, alioquin non ſatis diſtare poterit à baſi diſtinctionis lentis: debetet enim ipſam lentem tangere. Ergo jam unum habemus, poſſe ita removeri, aut admoveri ſpecillum concavum, ut oculus quilibet diſtinctè videat objecta, reſtat ut imaginem augeamus. Hæc enim duo requiruntur ad perfectionem teleſcopii, nempè primò ut objecta diſtinctè videantur, quod fit per præciſam unionem penicillorum in retina. Secundò ut imago ſit magna in oculo: contendo autem multò eſſe majorem in oculo imaginem quam eſſet ſi nudis oculis ſpectaretur, modò utamur ſpecillo valdè concavo, hoc eſt minoris ſphæræ ſegmento. Nam quò ſpecillum concavum erit minoris ſphæræ portio, eo majora repræſentabuntur objecta; poteſt ergo tam parvæ ſphæræ adhiberi ſpecillum, ut tandem imago major ſit, quàm ſi nudis oculis idem objectum ſpectaretur, ſpecillum enim magis concavum magis recedit à linea recta, & radios magis obliquè excipit, ideóque eos magis diſpergit. Sed adhuc hoc alia ratione oſtendo. Sint duo ſpecilla concava, AB ad minorem, C D, ad majorem ſphæram pertinens, ſintque objecta duo æqualia EF, GH, quæ per æquales lentes convexas ſolas, imagines æquales KL, MM haberent. debebit minus ſpecillum concavum nempe AB, magis admoveri imagini KL, quàm CD, ad hoc ut radios aut remittat ſimiliter parallelos, aut ſimiliter divergentes, aut convergentes. Nempe ut remittat parallelos, debebunt tam AB, quam C D, diſtare à baſibus diſtinctionis KL, M N, diametro ſuæ cavitatis (*per 54. primi hujus*) igitur C D debet magis diſtare, quàm AB. Ducantur lineæ OM, ON, item IK, IL, angulus K I L major erit, quàm angulus MON, atque adeò ſi oculus excipiat utróſque; major fiet imago à ſpecillo AB, quàm à ſpecillo C D, quod erat oſtendendum.



COROLLARIUM I.

Pauciores partes objecti videbuntur ſi adhibeatur ſpecillum magis concavum, cum enim penicilli magis ſeparentur ab invicem in AB, quam in C D, pauciores penicilli in pupillam incident, & conſequenter pauciores objecti partes videbuntur.

COROLLARIUM II.

Specillum magis concavum, licèt augeat objectum; cæteris paribus, ita tamen penicillorum radios diſtrahit, ut pauciſſimi retinam ingrediantur atque adeo debiliùs, & obſcuriùs objectum exhibet.

COROLLARIUM III.

Lens convexa majoris ſphæræ portio, cum eadem lente concavâ, majus objectum repræſentat, cum enim majorem imaginem exprimeret poſt ſpecillum concavum, majorem etiam ſpecillum concavum imaginem exhibebit: quia tamen magna imago jam radios habet magis diſtractos, ideò fieri poteſt ut oriatur obſcuritas. Unde debet eſſe aliqua proportio inter lentem, & ſpecillum concavum, alioquin aut non ſatis augebitur objectum, aut non ſatis clarum apparebit; quæ tamen vitia multum detrahunt de vi Teleſcopiorum.

COROLLARIUM IV.

Quò lens convexa fuerit majoris ſphæræ portio, eò pauciores objecti partes ſimul videbuntur. Cum enim imago quam exprimit ſit major, magis etiam penicilli extremi ab invicem recedent, atque adeo pauciores in pupillam incident.

COROLLARIUM V.

Ex eo colliges myopibus tubum Hollandicum notabiliter breviorem, utilem eſſe. Cum enim myopes objecta vicina meliùs videant, neceſſarium eſt ut penicillorum radios, magis divergentes excipiant: ſed (*per 41. hujus*) ut radii penicillorum qui priùs convergebant, fiant divergentes, debet locus imaginis, quæ efformaretur à ſola lente convexâ, eſſe ultra centrum concavitatis ſpecilli concavo-concavi; ut vero fiant paralleli, imago debet eſſe *in centro*; igitur debet magis admoveri ſpecillum concavum lenti convexæ, ut radii penicillorum, fiant divergentes, quam ut fiant paralleli, quod neceſſarium eſt, ut myopes diſtinctè videant. Poſſunt tamen myopes immutata teleſcopii diſpoſitione, uti eodem tubo, adhibita ſcilicèt lente concava.

COROLLARIUM VI.

Sequitur tubum longiorem eſſe debere, ut habeatur imago in charta, quia tunc radii debent eſſe convergentes.

PROPOSITIO XLIII.

Quò magis aperietur lens convexa, eò cum majori lumine videbuntur objecta, confuſius tamen.

Ratio hujus aſſertionis clara eſt, quò enim magis detecta erit lens convexa, eò plures excipiet radios, ſingulíque penicilli plures continebunt; ſed quò pluribus radiis objecti imago depingitur, eò fortior eſt, & vegetior, objectúmque exhibet quaſi majori lumine perfuſum. Periculum tamen eſt confuſionis, quia radii magis remoti ab axe minus exactè cum aliis concurrunt in eadem axis parte, ſed hoc generat confuſionem: igitur ſi nimium detegatur lens convexa, fiet confuſio.

COROLLARIUM.

Lentes melius elaboratæ poſſunt, & magis detegi, & acutius patiuntur ſpecillum concavum, hoc

Digitized by Google

hoc est quod sit minoris sphæræ segmentum, quoties enim accidit ut non servetur figura circularis, adhuc minus exactè radii uniuntur; ergo erit major confusio. Quæ ut vitetur debent pauciores radii adhiberi, nisi fortè per accidens à circulari figura in hyperbolicam degeneraret, quod est valdè difficile. Propter quam rationem cum perfectiores magis detegantur, pluréſque colligant radios, etiam si adhibeatur specillum magis concavum, & hoc avertat aliquos radios, nihilominus poterunt esse sufficientes ad objectum clarè videndum.

PROPOSITIO XLVI.

Theorema.

Quantum detegi debeant lentes convexæ pro varia longitudine teleſcopiorum.

Ne fiat æquivocatio intelligo propriè loquendo longitudinem teleſcopii, distantiam basis distinctionis à lente convexa. Nam quando tria aut 4 convexa apponuntur, debet sumi longitudo Teleſcopii à lente objectiva ad primam imaginem. Duas columnas habet hæc tabula. Prima habet longitudinem Teleſcopii. Secunda, exhibet diametrum circuli secundum quem detegi debet.

Longitudo teleſcopii pedes digiti	Diameter aperturæ lentis cõvexæ digiti. lineæ	Longitudo teleſcopii pedes	Diameter aperturæ lentis cõvexæ digiti. lineæ
0. 4.	0. 4.	12. 0.	2. 0.
0. 6.	0. 5.	16. 0.	2. 4.
0. 9.	0. 6.		
1. 0.	0. 7.	20.	2. 7.
1. 6.	0. 8.	30.	3. 0.
2. 0.	10.	40.	3. 5.
3. 0.	1. 0.	50.	4. 0.
4. 0.	1. 2.	100.	5. 0.
5. 0.	1. 4.	150.	6. 0.
6. 0.	1. 5.		
8. 0	1. 8.		
10. 0.	1. 10.		

Intelligo autem hanc tabulam de lentibus mediocribus quoad perfectionem. Si enim imperfectæ essent, minus detegi deberent, si perfectissimæ, paulò magis.

PROPOSITIO XLV.

Theorema.

Quodnam specillum concavum adhiberi debeat post quamlibet lentem convexam.

Quia ut diximus specillum magis concavum, post lentem quamcúmque convexam majorem in oculo objecti imaginem exprimit, dilutiorem tamen & paucioribus constantem radiis, ideo servanda est aliqua mediocritas; quæritur autem quænam sit proportiõ servanda. Satis difficile puto demonstrare rationibus Geometricis quænam optima proportio: nam primò certum est, hoc respectivè se habere ad oculum, & habendam esse illius aliquam rationem. Nam communiter, qui oculos habent convexiores ut sunt myopes, etiam in teleſcopiis specillum magis concavum exigunt. Referam tamen aliquas proportiones bonas ut ex iis quilibet de cæteris judicium ferre possit & praxi si lubeat manum admovere.

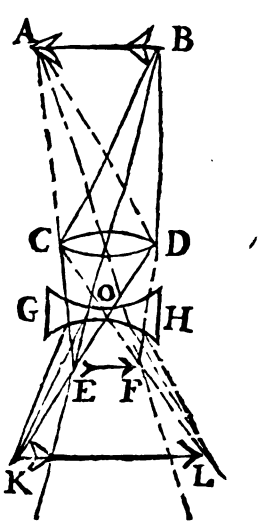
Lens convexa cujus basis distinctionis distat digitis sex, exigit specillum plano-concavum cujus diameter concavitatis sit unius digiti, & insuper unius lineæ. Videtur tamen concavum non esse satis acutum, ideóque melius succedet si sit concavo-concavum, sitque diameter concavitatis unius digiti cum dimidio, eritque longitudo Teleſcopii quatuor digitorum cum dimidio.

PROPOSITIO XLVI.

Thorema.

In Teleſcopii Galilæanis pauca simul objecta deteguntur.

In figura propositionis 40. certum est in Teleſcopiis Galilæanis jam penicillos intersecari in



ipsa lente convexa CD, quæ supponitur esse majoris sphæræ segmentum, & continuò divaricari (intelligo unum penicillum ab alio, immò dum in lentem G H incurrunt, adhuc magis recedunt ab invicem. Unde mirum non est si pauciſſimi pupillam ingrediantur, & quò lens CD erit majoris sphæræ segmentum longiúsque Teleſcopium perfecerit; quia major fiet imago EF, & in majori distantia collocari debet oculus, ideo adhuc pauciorum partium objecti, radii pupillam ingrediuntur, igitur pauciores partes ejusdem objecti simul videntur. At verò in Teleſcopio solis convexis constante, non excipiuntur penicilli à prima lente provenientes, sed expectatur donec imago formata fuerit quam imaginem per modum objecti oculus considerat; nec ab ea multum distat, quod si advocet subsidium alicujus lentis convexæ, adhibet lentem minoris sphæræ portionem à qua non multum distat, sed (*per corol. 60. 1. hujus*) per lentem minorem plures partes objecti detegimus. Adde objectum jam fuisse factum parvum,

parvum, hoc eſt pro objecto majori, imaginem ejus parvam ſpeculamur: igitur in teleſcopio convexo-concavo pauciores objecti partes, in convexo-convexo plures ſimul detegunturs.

COROLLARIUM.

Ex qno concludo vix teleſcopia convexo-concava unum pedem, aut pedem cum dimidio ſuperare debere, ſi enim longiora adhibeas, vix erunt utilia, eò quòd cum exiguam tantùm objecti partem ſimul exhibeant, verſanda ſunt diu ut deſtinatum ſcopum attingas. Quæ verò breviora ſunt, licèt non multum augeant, id quod videndum eſt, nec ad magnam diſtantiam ferantur, plures tamen ejus partes ſimul detegunt, & cæteris paribus, clariùs quam convexo-convexa. Si tamen ex aliqua diſtantia longiori, velit aliquis ſimul planitiem integram ſpectare, ut exercitus alicujus ordinem, aut claſſis integræ ſeriem ad convexo-convexa recurrat: quæ licèt longiora ſint nec poſſint propterea tam facilè circumferri, id tamen ſecum afferunt emolumenti, quod cum ſint longiora ad majorem diſtantiam ferantur, objectáque propterea multò majora exhibeant, & inſuper ſimul plura. Ex alia verò parte in eo deficiunt, quod propter lentium multitudinem & craſſitiem niſi materia ſit valdè perſpicua, objectum etiam non ita clarè repræſentent. Adde quod ſi lentes oculares *nimium* detegantur, objectum in media Iride appareat.

PROPOSITIO XLVII.

Si duo objecta non multum diſſita, ſine teleſcopio appareant ſub eodem angulo, quod minus diſtabit adhibito teleſcopio majus apparebit.

Si ſint duo objecta quæ nudis oculis ſpectata videantur ſub iiſdem angulis, & quæ inæqualiter ab oculo diſtent: dico quod ſi utrúmque objectum, per teleſcopium reſpiciatur, fore ut illud majus appareat, quod vicinius eſt. Cum enim (*per coroll. 5. 1. hujus*) objectum propinquius lenti convexæ, modò ab ea pluſquam diſtantiâ foci diſtet imaginem habeat majorem, majus etiam videbitur. Nam ſi ſit teleſcopium convexo-convexum, imago inter primam & ſecundam lentem ſit major, atque adeò hæc imago ſpectata per ſecundam lentem major apparebit. Ita oſtendimus ex teleſcopio fieri poſſe Engyſcopium (*prop. 26. hujus.*) Si verò ſit convexo concavum, imaginem jam majorem dilatabit idem concavum ad majorem amplitudinem quam parvam.

Dixi in Aſſertione non multùm diſſita. Quia quando radii ab eadem objecti parte procedentes ſunt phyſicè paralleli, quia etiamſi in infinitum removeatur objectum non poſſunt niſi magis accedere ad parallelos, ideò differentia erit ita parva, ut ſit inſenſibilis; nam certũ eſt quod cum radii penicillorum ſenſibiliter ſunt paralleli, non poterunt fieri ſenſibiliter magis paralleli & conſequenter, neque imago fieri propior lenti, aut decreſcere.

COROLLARIUM.

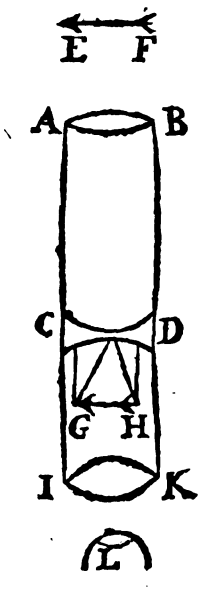
Ex hac propoſitione deduces longiorem debere eſſe tubum quo propius eſt objectum, brevius verò quo longius. Nam (*in prop. 26. hujus*) oſtendimus duro ex teleſcopio fit engyſcopium, neceſſariò tubum fieri longiorem. Quod intelligendum eſt cum grano ſalis; nam ex eò quòd objecta remotiora tubum breviorem exigant, ſi quis putaret ſe parallaxin poſſe invenire, haud dubiè compendioſiorem viam iniret, ſi certa eſſet. Contendo *falſiſſimam* eſſe ſi comparentur objecta multum à nobis diſſita. Hoc enim anno 1665. in quo duo ſe cometæ exhibuerunt, vidi aliquos voluiſſe colligere utrúmque ſupra Lunam fuiſſe, eò quòd tubus benè *diſpoſitus* ad diſtinguendam Lunam, abbreviandus nonnihil eſſet ad ſpectandum Cometem. Primò igitur contendo detortum fuiſſe præcedens corollarium illíque majorem vim datam quam habeat. Nam ſi ſpectentur radii qui ab eodem objecti puncto una verbi gratia leuca diſtantis in lentem convexam incidunt, nemo negare poteſt eos eſſe phyſicè parallelos, *ita* ut non deficiant à parallelis ſexta parte *minuti* ſecundi quod eſt inobſervabile. Si ergo radii fierent omnino paralleli, mutarentur ſexta tantum parte minuti ſecundi, quod propinquiorem reddet imaginem, neque una parte centies milleſima latitudinis unius pili. Sed dum pro objecto unius Leucæ reſpicitur Luna, radii adhuc mathematicè non ſunt paralleli: igitur non mutabitur imago, aut fiet propior re ulla ſenſibili, quod ſi ſenſibilis non ſit, inobſervabilem etiam eſſe neceſſe eſt.

Aſſeverant tamen nonnulli ſe ſæpiſſimè eſſe expertos, neceſſarium fuiſſe ut Venerem aut Mercurium, vel etiam Solem reſpicerent, ut nonnihil tubus brevior fieret: ſed hoc adhuc non notavi, nec vidi notatum ab iis qui in verſandis teleſcopiis, aliquod ſibi nomen fecerunt. Sed etiamſi hoc concederetur, dubitandum tamen relinquitur, an id diſtantiæ objectorum, an verò diverſitati eſſet tribuendum. Hoc eſt quia imago objectorum quæ à lente convexa exprimitur, non eſt uſque adeo præciſa, ut unicam ſibi à lente diſtantiam vendicet, ſed excurrat aliquantulum, dum objecta ex ſe ſatis luminis habent, hoc eſt ſunt ſatis perſpicua. Illam tubi diſpoſitionem judicamus optimam in qua objecti magnitudo apparens magis augetur, quia perſpicuitas objecti in ejus apparentiã refunditur; quando vero objectum non ita perſpicuum eſt, non tam quærimus magnitudinem quam perſpicuitatem, alitérque teleſcopium diſponimus.

PROPOSITIO XLVIII.

Theorema.

Teleſcopium duobus convexis, & uno concavo conſtans.



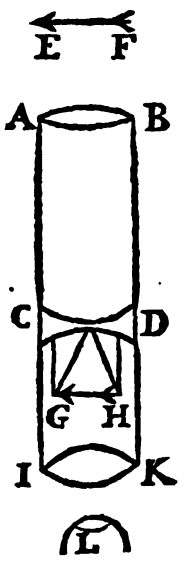
Sint primò convexum AB, & concavum CD exhibentia objecti EF imaginem G H, *mirum in modum*

Digitized by Google

modum auctam (*per propoſitionem 40 hujus*) tum ut augeatur adhuc magis, fiat microſcopium ſimplex, hoc eſt adhibeatur parva lens IK, poſt quam ſit oculus L, (*per 16. & ejus corol.*) adhuc major videbitur imago GH, ergo fieri poteſt teleſcopium duobus convexis, & uno concavo conſtans, quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM.

Caveatur tamen ne ſit aliqua obſcuritas, nam



cum ſpecillum CD, penicillorum radios jam diſtrahat, & inſuper lens IK, idem faciat, niſi ſervetur aliquod temperamentum, magnum quidem, ſed valdè obſcurum evadet objectum: unde ſpecillum CD, non debet eſſe uſque adeo concavum. Poteſt id habere commodi quod tubus non ita longus evadet ac ſi immediatè lens AB, majoris eſſet ſphæræ, quæ immediatè, & ſine ullo ſpecillo CD, imaginem GH expreſſiſſet; ſed aliud non vitatur incommodum, nempè confuſio aut obſcuritas. Et in genere dicendum eſt ſpecilla concava, ita lentibus convexis adhibita, ut lens alia convexa ſola idem præſtaret, eſſe magis nociva, propter diſtractionem radiorum, atque ſatius eſſe uti lente convexa quæ ſit majoris ſphæræ portio, modo exacta haberi poſſit. Quia hæc magis aperiri, ſeu detegi poteſt, quam minor, ſine diſpendio diſtinctionis. Quare ſi lente convexa 4 pedum, idem præſtare poſſum quod lente convexa duorum & ſpecillo concavo, potius adhibeatur lens 4 pedum, quæ poterit magis detegi, & plures radios admittet ſine confuſione; adde quod ut dixi ſpecillum concavum radios nimis diſpergit.

COROLLARIUM II.

Teleſcopium tamen hoc modo compoſitum hoc mirabile habet, quod non unicam habet longitudinem, ſed variam, nempè admoto ſpecillo concavo ad convexum imago fit vicinior. Unde ſi admoveas oculare benè videbis objectum, quare infinitæ ſunt longitudines hujus teleſcopii, in quibus objectum diſtinctè appareat.

PROPOSITIO XLIX.

Theorema.

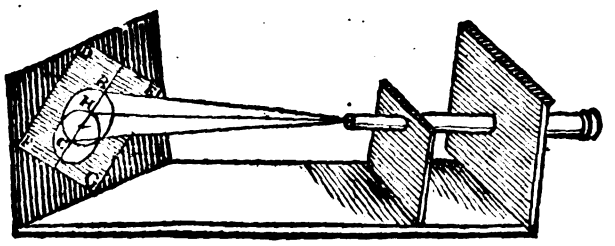
Quomodo ſolares maculæ obſervandæ Teleſcopio Galilæano, item ſolſtitia.

Jam à ſexaginta circiter annis obſervata ſunt circa ſolem maculæ, faces, & alia multa, quæ nudis oculis ſpectata prorſus evaneſcunt; quæritur quomodo eædem maculæ Teleſcopio Hollandico obſervari poſſint. Idem dico de Eclypſibus. Primò quidem ſi oculus patiens eſſet luminis ſolaris, præcipuè verò per teleſcopium admiſſi, in quo augetur illius vis, facilè propoſitum exequeremur; nam directo ad ſolem tubo, eodem modo maculas ſolares, quo reliqua objecta ſpectaremus. Debemus igitur debilitare radios ſolares, quod pluribus modis fieri poteſt. Primus modus eſt ſi lentem objectivam ferè totam operias, addito nempè ſepto perforato, & foraminis diameter non ſuperet unam lineam. Tunc enim non deſinet videri totus Sol, ita ut vix pauciores objecti partes percipiantur per hoc foramen, quàm ſi tota lens pateret. Clariſſimum autem eſt quod quia Sol videtur per pauciſſimos radios non ita oculo nocivus erit, poſſunt inſuper addi vitra plana diverſi coloris, præcipuè verò viridis, quæ adhuc ſolis activitatem multùm imminuent. Habui præ manibus duo vitra plana, quæ ſimul conjuncta erant, & colligata craſſiori charta, ita ut viderentur unicam lentem componere, videbantur autem interiùs ſecundùm ſuperficies ſe tangentes eſſe illita fumo candelæ, & hoc modo fuiſſe conjuncta, ne facilè abiret talis fuligo. Tantâ autem difficultate radius ſolaris ea penetrabat, ut oculus eum facilè pateretur. His modis poſſumus quocúmque Teleſcopio maculas ſolares obſervare.

Secundus modus nullo modo periculoſus ita fiet. Si per teleſcopium Hollandicum paulò tamen magis productum, quam opus eſſet ad ſpectandum Solem more conſueto, ſolares radios trajicias, eóſque in chartâ mundâ verbi gratia ad diſtantiam unius aut alterius pedis eos excipias. Cùm enim dixerimus (*prop. 40 hujus*) dari aliquam diſpoſitionem in qua, ſi lenti convexæ poſtponatur ſpecillum concavum, imago tamen alia exhibebitur. Oſtendimus autem debere imaginem à lente convexa ſolitariè ſumptâ efformandam, propiorem eſſe ſpecillo quam centrum ejus; oſtendimus autem (*prop. 41.*) penicillorum radios remitti parallelos; ſi eadem imago fuerit in centros & divergentes, ſi magis ab eo abfuerit, quàm centrum concavitatis ejus. Ideo benè monuimus, producendum nonnihil eſſe tubum. In quo unum moneo vix bullas alióſque vitrorum defectus videndos, niſi forſitan eſſent grandiores bullæ in concavo. Si enim accideret ut alicujus partis ſolaris, penicillum integrum interciperent, appareret hic defectus in imagine ſolari, eſt tamen aliquod remedium, ſi nempè dubites de tali aliquo defectu, volvatur tubus ultimus, ita ut lens circumvolvatur, & in tali caſu, ſi ſimul volvitur hæc umbra eúmque lentis motum ſequitur, ſoli adſcribenda non eſt, ſed lenti, aut ſpecillo.

Ut autem omnia firmiora ſint paretur aſſerculus 4 aut 5 pedes longus, cui inſiſtant, ad angulos rectos, duo alii aſſerculi, ſitque perforatus ita ut Teleſcopium poſſit admittere perpendicu-

lariter. Sitque in aſſerculo circulus, aut ſaltem notetur in eo punctum H, directè reſpondens



centro foraminis. Ita moveatur in feneſtra aliqua cæteroquin clauſa, totum inſtrumentum, donec centrum radii ſolaris per teleſcopium tranſmiſſi ſit punctum H, adducatúrque ultimus tubus donec imago ſolis ſit perfectiſſima, dico in eo exprimendas omnes maculas ſolares. In quo notandum eſt, ſi velimus aliquem circulum determinare inter ſpecillum & planum EF, ita tenendum eſſe filum perpendiculare, ut ejus umbra tranſeat per punctum G, fili illius umbra repræſentabit circulum verticalem qui ſemper notandus eſt, ut habeatur ſingularum macularum ſitus.

Animadvertendum item eſt ſolis imaginem eſſe inverſam ſicut cæterorum objectorum imagines, quotieſcúmque unica tantum ſit decuſſatio.

Poſſumus idem præſtare ope Teleſcopii convexo convexi. Primò quidem ſi duobus tantum convexis conſtet; quia ut vidimus (*in prop.* 21. *hujus*) imaginem exprimit vi primæ lentis convexæ: antequam ad ocularem perveniatur, removeatur tantiſper lens ocularis, ita ut paulò magis diſtet ab ea imagine, quam ſit focus ejus, remittet penicillorum radios convergentes, atque adeo ad quamcúmque diſtantiam, variatâ tantum longitudine tubi, exhiberi poterit ſolis imago diſtincta, & hæc imago eundem habebit ſitum quem habet Sol. Poterunt item duæ oculares lentes adhiberi, tunc autem prior ocularis magis admovebitur imagini à prima lente objectiva efformatæ, tres autem oculares ne adhibeantur quia ſunt inutiles, cætera quæ ad obſervationem pertinent, non differunt ab iis quæ diximus in Teleſcopio Hollandico.

Eodem prorſus modo obſervare poteris ſolis Eclypſin, immò ſi circuli ex H deſcripti, & æqualis diſco ſolari in charta apparenti ſemidiametrum dividas in ſex partes æquales deſcribáſque per ſingulas diviſiones, circulos concentricos nullo negotio exhibebis, quot digitorum ſit Eclypſis.

Solſtitia autem hoc modo, facilè obſervabis, uno aut altero die, ante ſolſtitium in aliqua feneſtra diligenter firmata, ita ut ne tantillulum vacillare, aut loco dimoveri poſſit, fiat foramen Teleſcopio admittendo idoneum. Sit ante ſi fieri poteſt ad aliquos paſſus murus albus, in quem radiare poſſit lumen per tubum tranſmiſſum. Si autem murus non eſt, tabula aliqua plana ita etiam diſponatur, ut nullo modo moveri poſſit: tubus autem inſertus foramini ne ſit chartaceus, aut ligneus, ne humiditate, & calore luxetur; ſed metallicus, denique tot adhibeantur cautiones, ut conſtet omnia in eodem ſitu firmiter permanſiſſe. Excipiatur ergo ſolaris radius teleſcopio, donec perfectam in pariete formet imaginem, & in eo ſitu firmetur, notentúrque punctuatim lineæ quas deſcribit utérque limbus ſolaris imaginis tam ſuperior quam inferior. Si poſteà die lineæ quas deſcribunt iidem limbi à prioribus deflectant in partem oppoſitam ſolſtitio non fuerit adhuc ſolſtitium, quod uſus, ſatis oſtendet. Totum autem artificium in eo conſiſtit, quod vel minima ſolis mutatio maximam faciat in imagine mutationem: & ea minuta quæ in ſeipſis erant inobſervabilia aucta per teleſcopium fiant ſenſibilia. Eodem enim prorſus modo ac ſolis magnitudo quæ eſt unius ſemigradûs, etiam in quadrante maximo vix eſt unius digiti; ſi tamen ejus imago in parietem diſtantem per teleſcopium exprimatur ſuperabit aliquos palmos; ita etiam cujuſlibet minuti imago in pariete ſenſibilis erit, poterítque facilè quæcúmque vel minima in ſole mutatio animadverti.

PROPOSITIO L.

Theorema.

Oculare cavum in Teleſcopio auget objecti apparentiam, extra teleſcopium minuit.

Nonnullis videtur maxima hæc difficultas, cujus ſolutio meo quidem judicio, ex vario objecti ſitu dependet; ſimiles enim quæſtiones in hac materia plurimæ occurrerent, ſi quis eas inquireret. Qualis eſt hæc, lens convexa, quò erit minoris ſphæræ ſegmentum, eò objectorum diſſitorum imaginem minorem exprimet. Objecti verò vicini, ad certam diſtantiam imaginem majorem efficiet, quam lens major. Certum eſt ſpecillum concavum reddere radios divergentes, nempè ſi divergentes erant, magis divergentes, ſi convergentes minus convergentes. Quare dum extra teleſcopium adhibetur, lens cava, quia radii qui à ſingulis partibus objecti procedunt ſunt divergentes, eos magis divergentes efficit: ergo quaſi procedentes, ex puncto viciniore, in eodem axe poſito, ſed hoc eſt facere objectum minus: & quò erit ſpecillum magis cavum, eò radios magis divergentes efficiet: ergo ut procedentes virtualiter à puncto viciniore.

At verò in teleſcopio longè diverſo modo excipit radios ab eodem puncto procedentes, excipit enim eos jam convergentes, & dum minus divergentes reddit, retardat eorum concurſum, *quò* autem magis retardatur concurſus, eò major evadit imago; ſed cavum ſphæræ minoris, magis retardat, ergo major evadet imago, quæ omnia ex dictis facilè ſolvuntur.

Idem dicendum de convexis. Quò lens objectiva fuerit majoris ſphæræ portio, eò major evadet imago, quò lens ocularis fuerit majoris ſphæræ portio, eò minor fiet ſecunda imago, quod ex diverſa radiorum incidentia oritur.

PROPOSITIO LI.

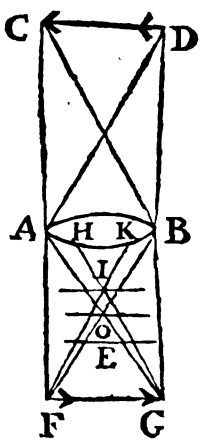
Oculus poſt lentem convexam poſitus intra baſin diſtinctionis, objectum remotum confuſe majus, & quò magis ab eadem lente remotus fuerit, eò majus videbit.

Lentes hactenus conſideravimus prout objectum cum diſtinctione exprimentes, nunc verò indifferenter eaſdem intuebimur hoc eſt cæteras proprietates, & viſionis accidentia ex refractione quomodocúmque orta explicabimus.

Prima

Digitized by Google

Prima igitur esto hæc, oculus per lentem convexam respiciens objectum, & positus inter basin



distinctionis, & lentem convexam confusum videt objectum. Quamvis enim fieri possit, ut secunda lens, ante basin distinctionis primæ, posita habeat aliquam imaginem, communiter tamen si objectum sit dissitum, non unientur penicilli in retina; omnis enim oculus est dispositus ad videndum distinctè aliquod objectum sine lente. Sed ad hoc requiritur ut uniat in retina radios ab eadem parte objecti prodeuntes qui consequenter sunt divergentes: ergo nullus oculus unire potest perfectè radios quos convergentes excipit: ergo jam hoc primum habemus in tali casu dari confusionem.

Secundò dico eam confusionem majorem esse, quò magis à lente recesserit oculus; neque enim dum oculus vicinus est lenti, singulorum penicillorum radios omnes excipit: nam penicillus est aggregatum radiorum omnium, ad eandem partem objecti pertinentium, cujus figura conica est, basis est ipsa lens Cum ergo oculus est vicinus lenti, excipit tantum aliquos singulorum penicillorum, nempè quanta est ejus pupilla; sed illi non sunt multum inclinati inter se, seu non multum convergentes: ergo vel adhuc unientur in retina, si multum accedat ad crystallinum, vel non longè aberunt ab ea unione. Ita dum oculum admovemus majori lenti, vix dignoscimus esse lentem convexam, quia radii valdè vicini in quolibet penicillo, post lentem, licèt convergant, à parallelis non multum absunt, si basis distinctionis multum distet ab ipsa lente. Si verò recedat oculus quia penicilli fiunt contractiores plures radios ejusdem penicilli excipiet qui consequenter magis ad invicem sunt inclinati, seu magis convergunt: ergo qui longius aberrabunt, citius quam par sit unientur. Erit ergo major confusio. Cum majori tamen lumine videbitur objectum, quia singularum partium plures radios excipiet.

Tertiò dico si oculus statuatur in I, objectum videndum sub minori angulo, quam si esset in O, loco scilicèt remotiore. Nam angulus visorius determinans magnitudinem imaginis in oculo fit in vertice ipsius oculi, aut non longè à vertice, crystallinus enim est quasi lens convexa, in qua ut vidimus (*propositione 53. 1. hujus*) radii non longè à vertice in lentem incurrentes sunt virtualiter irrefracti: hoc est habent radios refractos sibi respondentes parallelos. Ergo dum oculus erit in I, radii I H, IK fient in oculo principales, cum quibus alii unientur. Si verò idem oculus esset in O radii OA, OB fierent principales. Sed angulus HIK, æquales opposito ad verticem angulo GIF, minor est angulo A O B, opposito ad verticem GOF. ut patet (*per prop. 15. 1. Euclidis*) ergo majus videbitur objectum in O, quam in I.

Quarto si oculus fuerit in E, extremitates objecti C D non videbuntur, sed tantum partes intermediæ. Quæ omnia conformia sunt experientiis.

Quæres quomodo convexæ lentes possint esse utiles oculis, cum reddant radios penicillorum convergentes, & nullus oculus sit dispositus ad videndum distinctè objecta, quorum radios convergentes excipit.

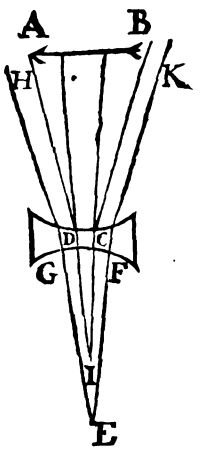
Respondeo nulli oculo esse utilem lentem convexam solam, ad videnda objecta remota. Sed si objectum vicinius sit lenti, quam focus, radii penicillorum poterunt non tantum esse paralleli; sed etiam divergentes, & consequenter apti, ut uniantur in crystallino.

PROPOSITIO LII.

Theorema.

Oculus post specillum concavum positus, objecta minora videt, & quo magis à specillo recesserit, eò minora videbit. Potest tamen aliquod objectum etiam remotum distinctè videri.

Proponatur objectum AB specillum concavum CD, sit oculus in I, à quo intelligantur in specil-



lum C D, propagari radii IC, ID, qui bis refracti divergent, ut vidimus in primo libro. Inter quos medii aliqui divergent, ita ut incidant in objectum AB: & quia per eosdem radios vicissim fit refractio, videbitur objectum A B sub angulo DIC. Clarum autem est angulum AIB, quem non duxi vitandæ confusionis gratiâ majorem esse angulo D I C; ergo objectum videtur sub minori angulo: per refractionem in specillo concavo factam, quam si nudo oculo spectaretur. quod erat primum.

Secundò removeatur oculus in E, ducantúrque lineæ EG, EF, parallelæ lineis IC, ID, ita ut angulus E, æqualis sit angulo I, clarum est portionem specilli G F, majorem esse portione C D, ergo radii E F, E G, magis obliquè in specillum incidunt, utpote in majori distantia ab axe, ergo majorem refractionem patientur; erúntque

GH, FK, magis divergentes quam AD, BC; ergo objectum majus quàm AB in ſecunda diſpoſitione, videbitur ſub æquali angulo, ſub quo in prima videbatur AB; ergo AB ſub minori videbitur.

Quod pertinet ad diſtinctionem, cum radii ab eadem parte objecti procedentes, vi refractionum in lente concava fiant magis divergentes, & objectorum viciniorum radii, magis divergant, fient divergentes quaſi ab objecto viciniori procederent. Sed oculi poſſunt eſſe tales ut objecta tantum vicina diſtinctè videant; ergo ſpecillum concavum, etiam reſpectu objectorum remotiorum poteſt eſſe oculo utile ad diſtinctionem.

Non erit tamen unquam tanta confuſio, quanta in lente convexa. Quia ſpecillum concavum ſemper radios divergentes reddit, quaſi ab aliquo loco vicino procederent.

PROPOSITIO LIII.

Theorema.

Varia conditiones & habitudines ocularis concavi, & lentis objectivæ convexæ.

Multa in hac propoſitione comprehendo, quamvis ſupra oſtenderim ſpecillum concavum poſſe imaginem, ſeu baſin diſtinctionis augere, ut verum tamen fatear, diſpoſitio utilis Galilæani teleſcopii, reſpectu oculi imaginem quidem efformat in oculo, nullam tamen haberet ſi oculus auferretur. Eſt enim ea diſpoſitio, quæ radios penicillorum ita in oculum immittit, ut uniantur in retina, ad quod requiritur ut ſint divergentes, & magis divergentes, quam ſi ſimpliciter ſine refractione, ab objecto procederent, ſic enim ita procedunt quaſi ab objecto propiori; quæ eſt ratio cur à teleſcopio objectum quaſi proximum exhibeatur.

Secundò aſſero neceſſarium eſſe ut concavum ſit oculo vicinum, & convexum ab oculo remotum, quia nempe per teleſcopium, volumus objectum quam maximum videre, quo autem ſpecillum cavum eſt vicinius oculo, eò objectum majus exhibet; è contra verò lens convexa eo majus objectum efficit, quò oculus remotior fuerit; intra tamen baſin diſtinctionis; ergo requiritur ut lens convexa ſit remota, & concava ſit oculo vicina intra baſin diſtinctionis.

Ex quo ſequitur lentem concavam debere eſſe minoris ſphæræ portionem. Si enim eſſet majoris ſphæræ portio, minores haberet vires, ad cogendos radios ad divergentiam, quam lens objectiva ad convergentiam; ergo penicillorum radii manerent convergentes. Sed radii convergentes, antequam in oculum incidant, ſunt inepti ad viſionem; omnis enim oculus eſt compoſitus ad videndum aliquod objectum, & omne objectum emittit radios divergẽtes. Neque etiam æqualis ſphæræ poteſt eſſe portio lens concava; quia ſi immediatè tangeret lentem convexam, cum concavitates, & convexitates æquales eſſent, hæ duæ lentes ſe haberent ut vitrum omnino planum, redderentque radios refractos incidentibus parallelos. Si verò lens concava diſtaret à convexa, radios jam multum convergentes ad paralleliſmum, non reduceret, multò minus ad divergentiam, quod tamen requiritur ut viſio evadat diſtincta.

Tertiò aſſero ſi idem ſpecillum concavum, cum diverſis lentibus objectivis convexis conjungatur, fore ut cum lente majoris ſphæræ objectum majus exhibeat. Hic conſiderationem aliquam affero, quam maximi momenti exiſtimo. Lens concava eſt ferè immediata oculo: ergo poteſt conſiderari, quaſi unicam lentem cum cryſtallino componens. Vel enim concavitas ejus eſt æqualis cum cryſtallino, & ſic aggregata ſe habet per modum lentis omnino planæ, vel eſt minoris concavitatis, quam ſit cryſtallini convexitas, & in tali caſu prævalet concavitas, & aggregatum ſe habet tanquam ſpecillum concavum. Vel eſt majoris cavitatis, quam ſit convexitas cryſtallini; & in tali caſu aggregatum habet vicem lentis convexæ; ſed majoris ſphæræ, quam ſit cryſtallinus ſolus neque alius caſus excogitari poteſt. Sed in omnibus his caſibus, quo erit lens objectiva majoris ſphæræ, erit major imago in retina. In primo caſu non alteratur imago lentis convexæ, per additionem lentis concavæ, & cryſtallini; certum eſt autem duarum lentium objectivarum, illius imaginem eſſe majorem, quæ eſt majoris ſphæræ portio; ergo major erit in oculo. Si ſecundo modo ſe habeat aggregatum, cum illud aggatum ponatur prope baſin diſtinctionis, in quo loco imago totam ſuam habet magnitudinem; quæ tamen adhuc fit major quæ jam major eſt, ſi augeatur tantundem ac alia, quæ minor eſt, adhuc major perſeverabit. Denique ſi aggregatum æquivaleat lenti convexæ, certum eſt quod lens convexa, addita lenti convexæ majori, majorem habebit imaginem, nec ita parvam reddet majorem imaginem ac parvam, ut vidimus ſupra; ergo eadem lens concava, cum majori lente majus objectum exhibet.

Addo eandem lentem objectivam convexam, conjunctam cum oculari cavo minoris ſphæræ, objectum majus exhibere. Pariter enim aggregatum ex cavo & oculo conſiderabo. Cavum enim minoris ſphæræ, ſi ſit æqualis cavitatis, cum convexitate cryſtallini imaginem eandem relinquet, & aggregatum ex cryſtallino, & majori concavo æquivalebit convexo: ſed lens convexa addita convexæ minuit imaginem; ergo ſi cavum majus fuerit minor erit imago. Si aggregata æquivaleant cavo, erit aggregatum ex minori cavo, & cryſtallino magis cavum, quam ſi additum fuiſſet cavum majoris ſphæræ: ſed vidimus (*propoſ 42.*) magis cavum magis augere imaginem: ergo ſemper conſtat propoſitio. Vel denique aggregata æquivalent lentibus convexis, & in tali caſu, cryſtallinus junctus cavo minoris ſphæræ æquivalebit convexo majori, quod non ita minuit imaginem; ergo ſemper conſtat aſſertio, nempe minus cavum eidem objectivo copulatum majus exhibere objectum.

Non tam amplificatur ergo imago cum oculare cavum eſt majoris ſphæræ ſegmentum, quam cum eſt minoris ſphæræ. Secundò cum in minori cavo, radii fiant plurimum divergentes pauciſſimi pupillam ingrediuntur, & pauciores quam ſi majus cavum adhiberetur; quare majus concavum, viſionem reddit efficaciorem, & clariorem.

Pariter quo lens objectiva fuerit magis detecta, & potentior, eò efficacior erit viſio, quia tunc plures colligit radios, in quibus omnibus moderate procedendum eſt, quia radii remotiores ab axe non ita exacte uniuntur confuſionemque pariunt.

PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO LIV.

Problema.

Quantum Teleſcopium quodcumque diametrum apparentem objecti cujuſcumque augeat & de ſphæra cujuſlibet lentis.

A pluribus profertur hæc regula univerſalis, augeri diametrum apparentem objecti, ſecundum rationem lentis objectivæ convexæ, ad ſpecillum oculare, hoc eſt ſecundum rationem diametri convexitatis lentis objectivæ, ad diametrum concavitatis lentis ocularis concavæ, vel ad diametrum lentis ocularis convexæ; poſito tamen quod vel utraque lens ſit ſimplex, vel utraque ſit duplex, hoc eſt lens objectiva ſit convexo-convexa, & lens ocularis concavo-concava, vel convexo-convexa, vel utraque ſit ſimplex, nempè convexo, aut concavo plana. Examinatis tamen in rigore geometrico eorum ratiociniis, inveni in omnibus evidentes paralogiſmos, immò non video in quo fundari poſſit ſuſpicio, ita rem ſe habere. Proferunt igitur tanquam certum & indubitatum, quod ſi comparentur duo teleſcopia quarum lentes eandem habeant inaer ſe rationem, ſit futura apparens objecti diameter æqualis. Hoc enim non video eſſe verum, immò ſi ſimplex ratiocinatio adhibeatur, contrarium haud dubiè ſuadebit. Certum eſt enim imaginem lentis convexæ majoris majorem eſſe, cui ſi adhibeatur concavum oculare proportionatum, augebitur certo & proportionato incremento apparens objecti imago: pariter minoris imago minor eſt, cui ſupponitur lens concava proportionata adhiberi. Ergo incrementum eandem habebit rationem, quare imago reſultans ex majori objectivo, cum ſuo oculari, ſi eadem proportio obſervetur ac in parvo teleſcopio, debet neceſſariò major eſſe, ſi nempè ſecludatur oculus, & comparentur hæc duo teleſcopia, in ordine ad aliquam imaginem diſtinctam in charta habendam ut facimus dum maculas ſolares intuemur. Si verò jam adhibeatur oculus, quia idem eſt oculus, nec alius adhibetur in teleſcopio majore, quam in minore, video quidem non obſervari in hoc omnino eandem rationem, favet enim idemtitas oculi minori teleſcopio. Nam etiamſi ſit eadem ratio diametrorum lentium utriuſque, in duobus teleſcopiis, cum conjungitur oculus; fit aggregatum lentis ocularis & oculi longè diverſum. Ponamus enim lentem ocularem concavam, eſſe minoris concavitatis, quam ſit convexitatis cryſtallini, ita ut aggregatum æquivaleat ſpecillo concavo, cryſtallinus idem corriget utramque lentem concavam, ſed non eodem modo, ſaltem non proportionato, cum idem ſit cryſtallinus. Quod melius adhuc oſtendetur ſi aggregatum reſtaret convexum; eſſet enim in minori teleſcopio æquivalentia majoris lentis convexæ, quæ addita primæ lenti, objectivæ, ſcilicèt minus minueret ejus baſin diſtinctionis, quam aggregatum ex lente majori & cryſtallino, quod æquivaleret convexæ lenti minoris diametri, à qua ſcilicet minus detractum eſſet de convexitate, per additionem ſpecilli concavi minus acuti.

Quare cum videam in determinanda hac apparentia objecti, ſecundum rationem diametrorum ſphæricitatis lentis objectivæ ad ocularem, nullam videam fieri mentionem oculi, qui tamen intervenit, & omnes demonſtrationes hactenus allatæ, ita ſint fallaces, ut hallucinationem contineant manifeſtam. In determinando hoc augmento non immorabor, afferamque tantum praxin experiendi in quolibet teleſcopio quantum augeatur per teleſcopium diameter viſualis objecti.

Aſſumatur regula lignea cujuſcumque longitudinis quæ dividatur in partes quotcumque æquales, colore valdè conſpicuo diſtinctas, hæc regula ſtatuatur in aliqua diſtantia 100 verbi gratia paſſuum, ita tamen ut oculo nudo videri poſſit, tum per teleſcopium reſpiciatur hæc regula; & ſimul altero oculo aperto, ſine teleſcopio videatur, videbitur duplex hæc regula, multoque major per teleſcopium apparebit, quam ſine teleſcopio: ſi duplex regulæ apparentia ſeparata apparet, promoveatur ſenſim teleſcopium verſus apparentiam ſimplicem, donec extrema apparentiarum concurrant, videbiſque quot partibus regulæ diviſæ, & per teleſcopium conſpectæ, reſpondeat apparentia ſimplex: ſupponamus apparentiam ſimplicem tegere hujuſmodi partes, dices apparentiam ſimplicem ad apparentiam teleſcopio exhibitam ſe habere ut 5 ad 100, ſeu 1 ad 20 augerur, ergo per teleſcopium diameter apparens objecti vigecuplo.

Alij paulò aliter rem expediunt; tubum teleſcopicum reticulatis cancellis inſtruunt, ex filis ſcilicet tenuiſſimis ſe ad angulos rectos interſecantibus rete componunt, & ante lentem ocularem ſtatuunt in ipſo tubo, tum objectum præcipuè lucidum teleſcopio ita comparato intuentur ut lunam, cujus diſcus apparet reticulatus, ſeu in quadrata diviſus, altero oculo lunam reſpiciunt, i áque teleſcopium ſenſim detorquent, ut apparentia ſimplex, ſupra apparentiam teleſcopio auctam incumbat, notaturque quot partes diametri auferat; quod quidem facillimum eſt, cum totus diſcus lunæ appareat diviſus in partes æquales, cætera perficies ut in præcedenti praxi.

Si ſuperiùs allata regula valeret, nempè augeri apparentem objecti diametrum ſecundum proportionem diametri ſphæricitatis ſpecilli ocularis, ad diametrum convexitatis lentis objectivæ, ſequeretur inquam teleſcopia majora, in eo tantum brevioribus præſtare, quòd majores lentes minus ſegmentum ſuæ ſphæræ contineant, quàm minores, ideóque radios exactius uniant, ex quo fit, ut patientes ſint acutioris ut vocant ocularis, quod conſequenter imaginem magis augeat, ſine diſpendio perſpicuitatis.

Aſſumptâ tanquam verâ ſuperiori regulâ facilè oblatis duobus teleſcopiis, determinabimus, utrum objecti apparentiam magis augeat, & in qua proportione id præſtet; ſi nempè utriuſque lentis ſphæricitatem, aut potiùs focum comparemus: illud enim in quo major erit lentis objectivæ ad ocularem proportio, objectum magis augebit, quod ſi præſtet ſine diſpendio perſpicuitatis, melioris notæ cenſendum eſt.

Quomodo autem dignoſcatur ſphæricitas cujuſcumque lentis breviter indico: parum autem intereſt quoad præſens inſtitutum, utrum convexo-convexæ, an convexo-planæ ſint lentes. Quærimus enim in convexis diſtantiam foci: hæc facilè haberi poteſt, ſi enim à pariete lentem removeas donec, objecti diſtantis imaginem everſo ſitu exhibeat, hæc erit diſtantia foci ut patet.

ſi tamen ſint majoris ſphæræ portiones, quia lumen externum impedit ne dignoſcatur imago, lens in cubiculi fenestra ſtatuenda eſt, tum removenda charta donec in ea objecta minimè confuſa appareant. Idem habere potes in ſolis radio per lentem trajecto, vel ſi lens convexa objectiva ſit in tubo, applica lentem concavam proportionatam, eamque remove donec diſtinctè diſtinguas objecta. Applica item lentem convexam ita ut per has duas objecta diſtincta quidem ſed everſa intuearis, erit longior tubus & diſtantia baſis diſtinctionis, inter utramque diſtantiam poſita erit.

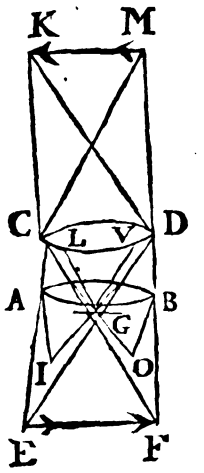
Specillum concavum ita examinabis. Obverte concavitatem ejus ad objectum, & recede donec appareat omnimoda confuſio: diſtantia oculi à ſpecillo, erit quarta pars diametri concavitatis vel objecti remoti, & valde conſpicui imaginem per reflexionem formatam, in charta diſtinctam excipe; chartæ diſtantia à lente, erit quarta pars diametri concavitatis. Denique recede à ſpecillo concavo donec ſeipſum oculus diſtinctè videat, erit tunc in centro concavitatis.

PROPOSITIO LV.

Theorema.

Si lens convexa alteri convexæ ante radiorum concurſum addatur, oculuſque ſtatuatur ante baſin diſtinctionis, majus videbitur objectum per utramque lentem, quam per unicam.

Lens AB addatur lenti CD ante baſin diſtinctionis EF, cujus diſtantia brevior fiet ut vidi-



mus. Sit igitur IO ponaturque oculus in G, hoc eſt inter concurſum radiorum, & lentem, dico majus ſpectandum objectum per duplicem illam lentem, quam per unam.

Demonſtratio. Per unam lentem nempe CD, oculus in G ſpectaret objectum KL, per angulum LGV, addita verò lente AB ſpectat idem objectum per radios CG, DG, eſtque angulus CGD major angulo LGV; ergo vides objectum majus. Ratio eſt quia lens AB, radios convergentes reddit, erit tamen in dicto caſu confuſio, & quo oculus magis recedet eo orietur major confuſio, licet majus videatur objectum.

Hanc propoſitionem omiſeram initio eò quòd eas ſolas combinationes proſecutus fueram quæ diſtinctionem facerent.

Idem proportione quadam de ſpecillis concavis dicendum eſt: nempe duas lentes concavas objectum minuere, & quo plus oculus ab ipſis receſſerit, aut ipſæ ab invicem receſſerint, eò magis objectum minuendum.

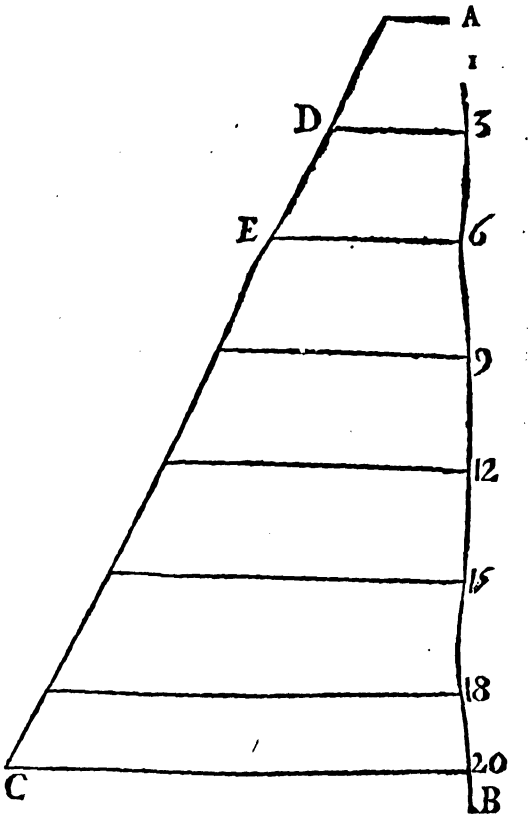
PROPOSITIO LVI.

Theorema.

Varia teleſcopiorum ſpecies.

Prima teleſcopiorum ſpecies, ſit ex convexo majoris ſphæræ portione, & ſpecillo concavo compoſita, ſive prima objectiva ſit convexo-convexa ſive plano-convexa. Hæc ſpecies primò inventa fuit, cæteriſque foret præferenda, ſi multa ſimul objecta exhiberet, quod non facit, ideoque ubi unum, aut alterum pedem ſuperat, eſt ferè inutilis, eò quòd ſit difficilè in objectum collineare.

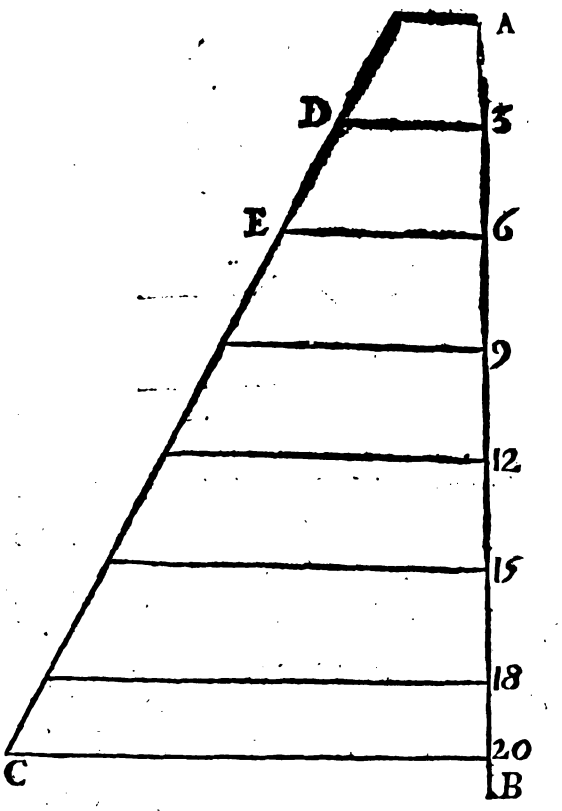
Proportio diametrorum ſphæricitatum in his teleſcopiis non eſt eadem, ſed in majoribus, major eſt ratio diametri lentis objectivæ ad ocularem. Voco autem hic diametrum diſtantiam foci; ita radius lentis plano convexæ ad radium lentis plano-concavæ, poterit eſſe ut 48 ad 1, in teleſcopio 3. pedum erit ut 24 ad 1. intelligendo de dia-



metris. Hoc eſt ſi diſtantia foci lentis objectivæ fuerit pedum 3 diameter lentis plano-concavæ erit unius digiti cum dimidio, & diameter lentis ocularis concavo-concavæ erit digitorum 3 in teleſcopio, pedum 20, lentis objectivæ focus eſt pedum 20: diameter lentis ocularis, plano concavæ erit digitorum $2\frac{1}{2}$, & concavo concavæ digitorum 5. Si ſupponantur hæ proportiones tanquam baſes cæterarum ſimilium; hoc eſt in quibus circumſtantiæ ſimiles occurrent, nempe bonitas materiæ, ſeu perſpicuitas æqualis, exactus labor, ſeu figuræ perfectio, diximus enim lentes objectivas perfectiores, tam in materia, quàm

Digitized by Google

quàm in figura; patientes esse ocularis acutioris.) Dico quod intermedias facilè habebimus. Du-



catur linea recta AB, dividenda in quotlibet partes æquales, & quia habemus telescopium 20 pedum dividatur in 20 partes, & numero 20, addatur perpendicularis 20C, continens tantum semidiametrum lentis ocularis plano concavæ ipsi respondentis digitorum $2\frac{1}{2}$. posui autem tantum semidiametrum ut brevior evaderet figura. In puncto 3, fiat perpendicularis 3D, æqualis semidiametro lentis ocularis plano concavæ, respondentis objectivæ cujus focus trium pedum. Ducatur linea CD, & habebis in figura omnes semidiametros cæterorum ocularium pro qualibet longitudine telescopii, ut si velis semidiametrum ocularis, pro telescopio sex pedum, ducatur perpendicularis 6E, hæc erit radius ocularis plano-concavi pro telescopio sex pedum. Si velis specilla concavo concava, intelligo de cavitatibus æqualibus, lineæ perpendiculares in figura expressæ, erunt quarta pars diametrorum. Si velis telescopia etiam minora uno pede, subdividatur linea AI, & habebis intentum ducendo scilicèt perpendicularem.

Notandum autem has proportiones esse etiam utiles pro oculari convexo, mutando tantum concavitatem in convexitatem.

Secunda species telescopii constabit duabus lentibus convexis objectivis, hoc autem habet peculiare hæc telescopii species, quod si removeas ab invicem lentes objectivas; aliam habebis telescopii longitudinem. Si lentes objectivæ se tangant dimidiatam tantum longitudinem exigent, illius quam unica lens exigeret: suppositâ æqualitate convexitatum, juxta ea quæ demonstravimus. Si secunda lens objectiva removeatur à prima, specillum oculare, majori distantiâ removebitur: & consequenter diversæ distantiæ lentium objectivarum inter se, aliam ocularis distantiam determinant.

Tertia species telescopii, erit ex lente objectivaconvexa & altera cava; sed majoris sphæræ. Si lentes se tangant, menisçum virtualiter exhibent ut patet. Erit que tunc telescopium longissimum, quod ex his duabus lentibus oriri potest. Si removeatur lens cava ab objectiva, brevius reddetur telescopium, contra quam in superiori accideret, donec brevissimum sit, cum duæ lentes cavæ se tangent. Quid verò accidat si lens cava ante lentem objectivam ponatur? primò si tangat, idem eveniet, ac si post ipsam adderetur. Si verò removeatur, erit detrimentum & imago minor enascetur. Hoc enim experimur in nobis, quia crystallinus est lens convexa. Certum autem est quod quò oculus à specillo concavo removetur, eò minus objectum apparet, hoc est minor in retina imago enascitur.

In eo laborandum esset, ut vi lentis concavæ, breviora redderentur telescopia, sine dispendio perspicuitatis, ut si lenti convexæ unius pedis addetur ad aliquod intervallum lens cava, quæ imaginem augeret. Quam deinde lente convexa specularemur.

Quarta species telescopiorum duabus lentibus convexis constat, objectivâ, quæ sit majoris sphæræ portio, & oculari, quæ sit minoris sphæræ segmentum, secundùm proportionem supra allatam. Statuitur ocularis post basin distinctionis primæ; & oculus ab oculari removetur. Hæc telescopii species claritatem summam habet, & nisi eversso situ objecta exhiberet, nihil posset perfectius expeti ad observationes cœlestes summe utilis est, ut dicemus infra.

Quinta species duo adhibet ocularia convexa, sed paulò majoris sphæræ, hoc habet præ superiori, quod multò plura detegit objecta: cavendum tamen, ne ita sint disposita hæc ocularia, ut ultimum bullas præcedentis nimis augeat, & detegat; hoc enim turpissimum censetur.

Sexta species duobus ocularibus, objecta erigit; debent autem esse minoris sphæræ segmenta, magnaque inter ocularia distantia necessaria est: fundatur autem in præsuppositis principiis. Nempe postquam lens objectiva suam imaginem efformavit, certum est quod si lens ocularis convexa ad duplam sui foci distantiam collocetur, aliam habebit imaginem priori æqualem, quam docebit tertia lente considerare, & augere.

Septima species quatuor convexis constabit, una lente objectiva & tribus ocularibus. Artificium in eo consistit, ut imaginem à lente objectiva efformatam, duabus lentibus ocularibus erigamus, quasi per modum microscopii, eámque secundam imaginem ope alterius ocularis augeamus, seu ope ocularis & crystallini huic secundæ imagini aliam similem, & contrapositam in retina efformemus. Hæc species perfectior est & cæteris communior. Magnumque simul campum exhibet; ita ut prima species, quæ diu sola in usu erat, ferè vilueric, & pro nihilo habeatur.

Octava species quinque convexis constat, quæ propterea majoris erunt sphæræ segmenta. Tria apponentur ut prima imago, à lente objectiva, efformata erigatur, quæ deinde alia lente objectiva acutiori, & oculo augebitur in retina.

Nona species variis longitudinibus erit accommodata. Nempe si tribus ocularibus, eodem modo dispositis, hoc est eandem distantiam inter se servantibus duas lentes objectivas præponas, aut objectivam lentem cum specillo cavo. Quæ prout variè ab invicem removeris variam habebis telescopii

copiij longitudinem atque hæ ſunt communes teleſcopiorum ſpecies.

Decima teleſcopiorum ſpecies. Erit teleſcopium binoculum: conſtans duobus teleſcopiis ſibi invicem parallelis. Tota difficultas hujus teleſcopii in eo poſita eſt, ut lentes ſint perfectè parallelæ diſténtque ab invicem, ſecundùm diſtantiam oculorum reſpicientis, quæ cum in omnibus hominibus, non ſit una eademque, magis aut minus ad invicem admoveri lentes neceſſe eſt, & ſæpe inſenſibiliter: niſi enim perfectum paralleliſmum axium conſequaris pro objectis remotis duplex videbis objectum, ſi autem omnia benè procedant, duæ in oculorum retinis formatæ imagines, unicum tantum objectum repræſentabunt, multò tamen melius quàm ſi uno tantum oculo ſpectaretur. Quare pro objectis vicinis duo teleſcopia nonnihil convergere debent. Quomodo autem ſenſim admoveantur lentes aut objectivæ, aut lentes oculares, hoc relinquo artificum induſtriæ. Qui volet multa hujuſmodi videat R. P. Cherubinum Aurelianenſem Capucinum qui in ſua Dioptrica oculari ſatisfaciet abundè.

Poteſt autem adhiberi duplex teleſcopium, vel Galilæanum, vel 4 convexis conſtans. Mallem ego Galilæanum, quia in Galilæano immediatè ſpeculamur objectum, quod unicum eſt, licet formetur in utroque oculo ejus imago: ſicut communiter dum videmus alia objecta duplici imagine idem objectum exhibetur. Si verò duo teleſcopia ex convexis tantum conſtantia adhibeamus. Non intuemur objectum, ſed ipſam imaginem objecti, quæ in duobus teleſcopiis eadem non eſt, ideoque difficilius videtur, ut in unum objectum coaleſcant.

Optima ratio eſſet, ſi unica imago, ab unica lente objectiva formata ab utroque oculo, ſua lente oculari inſtructo ſpectaretur. Sic enim ita vicinum eſſet objectum, ut in ipſa imagine eſſe crederetur. Sed puto rem impoſſibilem.

PROPOSITIO LVII.

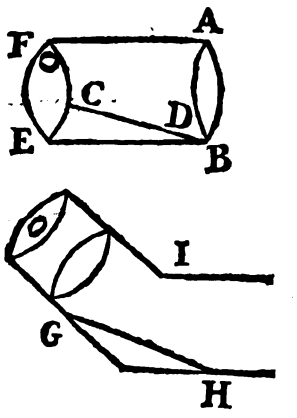
Problema.

Teſcopio duobus convexis conſtante ſpeculum planum addere, ut objecta ſitum naturalem obtineant.

Diximus ſupra eam ſpeciem teleſcopii videri optimam, niſi objecta everſo ſitu exhiberet; hanc objectorum erectionem additis duabus lentibus communiter præſtamus; poſſumus eandem ſpeculo plano perficere. Cum enim ſpeculum planum, ut vidimus in Catoptrica radiorum ordinem, non deſtruat, ſed tantum aliò derivet, detorqueat & ſitum alternet, quæ inverſa erunt erigent. Duplex eſt, immo etiam triplex, modus adhibendi ſpeculi.

Primus modus erit ſi poſt lentem ocularem illud ſtatuas ita ut angulum valdè acutum cum horizonte comprehendat. Ut ſi lens convexa ocularis ſit AB, & foraminis locus cui oculus applicandus eſſet punctum C apponeretur ſpeculum in CD, angulo maximè acuto, ita ut angulus CBE eſſet 12 aut 15 graduum, ſpectaretur autem objectum per foramen F. tantiſper detortum infrà. Hæc methodus facillima eſt.

Secundus modus erit ſi tubum incurvum habeas, & ſpeculum planum ſit longius, nempe pertingat ex G in H, totamque tubi altitudinem pervadat, lens autem objectiva ſit in G.



In utraque diſpoſitione ſi ultimus tubus ſpeculum deferens circumvolvatur, ita ut diverſum ſitum aſſumat ſpeculum, objecta varios etiam ſitus aſſument, modò altitudines verticales in horizontales abibunt, aut variè detorquebuntur.

In hujuſmodi diſpoſitione quamvis erigantur objecta, dextra tamen apparent ſiniſtra.

Poſſent & alii modi excogitari, ut ſi ſpeculum ſtatueretur ante lentem objectivam; ſed totus tubus verticaliter erigendus eſſet. Multa alia in hunc modum excogitari poſſunt.

Poſſet item loco lentis convexæ ocularis apponi ſpeculum cavum, vel loco ſpecilli concavi, ſpeculum convexum.

Ut verum tamen fatear nunquam in hac reflexione tantam potui perſpicuitatem habere, quantam *in teleſcopio quatuor convexorum* habemus, duabus ſpeculi vitrei reflexionibus multum officientibus.

PROPOSITIO LVIII.

Problema.

Microſcopiorum varia ſpecies.

Prima ſpecies microſcopii erit quodcúmque teleſcopium. Si enim objectum videndum ſit paulò ultra focum primæ lentis, *certum eſt* quod habebit imaginem, ſed *majorem*, & in majori diſtantia; quare ſi *removeantur* lentes oculares eâdem obſervatâ inter illas diſtantiâ donec hanc imaginem appoſitè ſpectare poſſint; cum hæc imago ſit maxima, illud objectum maximum apparebit. Atque hæc prima ſit microſcopii ſpecies.

Secunda ſpecies duas continet lentes ſphæricas, unam objectivam minoris ſphæræ, aliam paulò majoris. Proportio diametrorum ſit ut unius ad 2. aut $2\frac{1}{2}$ ad 5. Hujus microſcopii artificium in eo conſiſtit, quod objecti vicini imago major evadat per lentem minoris ſphæræ, quam majoris; hanc imaginem conſideramus eo modo quo, imaginem ex majori lente teleſcopii efformatam, eamque ſimiliter ſpectare poſſumus, vel unica lente convexa, vel lente concava, vel tribus lentibus.

Focus lentis objectivæ poterit eſſe $\frac{1}{1}$ vel $\frac{1}{2}$ digiti ad ſummum, ejus lentis ocularis *focus* ſit

Digitized by Google

unius digiti, vel ad ſummum unius digiti cum dimidio.

Tertia ſpecies eidem lenti objectivæ, addit duo ocularia; ſed majoris ſphæræ ubi objectum removeris paulò magis à lente objectiva, quam ſit ejus focus, duo ocularia ſpecilla, convenienti diſtantia inter ſe remota, minori tamen, quam ſit focus eorum ſimul ſenſim admovebis lenti objectivæ, donec objectum perfectè videas. In his autem omnibus obſervandum eſt, ne lens objectiva nimis detegatur, colores enim Iridis objecto affundet.

Quarta ſpecies eidem lenti objectivæ addit quidem duo ocularia hoc modo lens objectiva $\frac{1}{3}$ aut $\frac{1}{4}$ digiti habeat, pro foci diſtantia lens ocularis vicinior oculo contineat decem lineas, alia lens intermedia quæ addetur habeat focum ad diſtantiam duorum digitorum, aut duorum digitorum cum dimidio. Lentes iſtæ oculares ita diſtent ab invicem, duplò ferè à foco lentis ocularis, quæ eſt oculo immediata, hoc eſt 20 circiter lineis. Ne detegantur defectus lentis intermediæ, duas lentes ita conjunctas ſenſim admovebis lenti objectivæ, paulò ultra cujus focum collocatum eſt objectum, donec objectum diſtinctum videas. Poterit tamen nonnihil removeri, aut admoveri lens oculo vicinior, donec videatur diſtinctum objectum, & cum maximo augmento. Omitto. Multas alias ſpecies, ut ſi fiat microſcopium 4. convexorum cujus ſcilicet lens objectiva 6 linearum. Prima lens erit linearum 21. tertia 18. quarta 15 linearum.

Omitto ſimplex microſcopium unica lente conſtans.

PROPOSITIO LIX.

Problema.

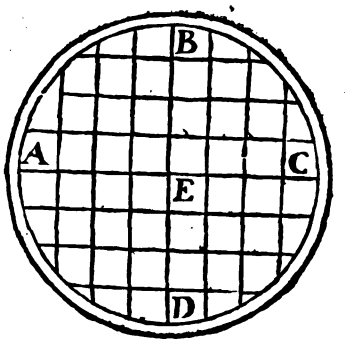
Uſus varii teleſcopiorum.

Teleſcopiorum uſum unum aut alterum attingo. Supponendo quod ſi in baſi diſtinctionis abſcindatur, aut impediatur unus radius, imago objecti tali parti reſpondens in retina deficiet. Quare ſi baſis diſtinctionis Solem verbi gratia referat, ſi filum aliquod ita pervaderet tubum teleſcopii; ut per centrum imaginis extenderetur, illud idem filum in ipſo Sole appareret. Et cum axes omnes ſe interſecent in vertice lentis objectivæ, præcipuè quando ipſa eſt majoris ſphæræ ſegmentum, ſi extenderetur filum per medium tubum teleſcopii, quoties idem filum videretur incumbere alicui objecto, ſignum eſſet evidens tale objectum reſpondere centro lentis. Quo poſito, ita in obſervationibus Aſtronomicis uſurpatur teleſcopium. Lateri majoris alicujus quadrantis Aſtronomici loco pinnularum, afferruminetur tubus cylindricus cupreus, aut ferreus, cui addantur duæ lentes, objectiva, & ocularis in diſtantia convenienti, ad hoc ut videantur diſtinctè objecta valdè remota. Perforetur tenuiſſimo foramine horizontaliter tubus, ut trajiciatur filum ſericum, aut pilus è cauda equina detractus, idque fiat per medium quantum fieri poterit, lentes autem ita adhibeantur in ſuis loculamentis, ut amplius non dimoveantur. Si ſolares obſervationes inſtituis, tegenda erit lens objectiva, ita ut tantillulum tantum pateat, ne ſcilicèt nimius ſolis fulgor, & collecti per lentem radii oculo noceant, additur item oculari lenti, vitrum planum coloratum. Sic enim oculus fiet radiorum ſolis patiens. Uſus talis erit dum voles elevationem ſolis obſervare, ita collima per teleſcopium, elevando latus teleſcopii; & dirigendo ad Solem ut filum videatur attingere limbum ſuperiorem, aut inferiorem ſolis. Dico quod tunc axis tubi Optici, dirigetur ad limbum ſuperiorem ſolis.

Eodem modo ſtellarum elevationem obſervabis ita ut non jam pinnulis opus ſit, ſed teleſcopio.

Hæc quidem Theoricè benè procedunt, mihi tamen facit difficultatem quomodo dignoſcere poſſim, an benè aptatus ſit tubus, ſi enim non incumbat præcisè lateri quadrantis, aut ſaltem illi parallelus ſit, ſi filum non ſit perfectè horizontale, ſi loculamenta tantiſper exorbitent, aut lentes aliquem defectum habeant, hic error in obſervationem refundetur. Quare omnibus benè firmatis, comparandus eſſet quadrans hujuſmodi cum alio quocúmque inſtrumento fideli, ut error detegeretur: qui in omnibus obſervationibus, aut adderetur, aut ſubtraheretur, prout inſtrumentum deprehenſum eſſet, peccare exceſſu, aut defectu. Inſtrumentum cum quo comparari poſſet debet eſſe tantæ magnitudinis, ut minuta prima exhibeat: & quia aliqua tantum experimenta ſumenda ſunt, poſſet eſſe regula valdè longa horizontaliter collocata, ſi obſervetur objectum, circa horizontem poſitum.

Eſt & alius teleſcopiorum uſus, ad delineandas objectorum etiam procul diſſitorum imagines. Ad quem uſum inſtruitur tubus interius circa baſin diſtinctionis, cancellis ex pilo equino, aut filo oloſerico compactis. Figura cancellorum



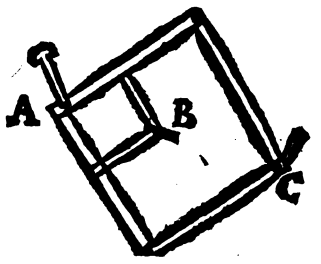
facilis eſt. Sit enim circulus A B C D æqualis tubo,, fiat annulus cupreus qui inſeri poſſit tubo, ſitque A B C D. Ducantur duæ diametri ſe interſecantes ad angulos rectos. In puncto E, dividantur ſemidiametri in partes æquales, & per ſingulas diviſiones ducantur lineæ diametris parallelæ, fiant in circulo æreo in punctis in quibus hæ lineæ ejus circumferentiam interſecant, exigua foramina, per quæ trajiciantur pili equini, & habebis cancellos aptiſſimos, quorum uſus talis erit, firmetur tubus his cancellis inſtructus, cum ſuo fulcro, ita ut non dimoveatur niſi operatione perfectâ. Dirigatur ad objectum, cujus delineationem cupis, reſpice per teleſcopium, objectum apparebit diviſum in quadrata. Habeatur charta in totidem quadrata diviſa majora, aut minora; prout volueris imaginem majorem, aut minorem; transfer in quadrata imaginis ea objecta, quæ in ſimilibus quadratis inveniuntur,

veniuntur, & perfectum erit opus. Ita ſelenographiam perfectam abſolves, ſi diviſo hac praxi Lunari diſco in charta ſimiliter diviſa notes ſingulas maculas in quadratis quibus apparent.

Nonnulli Lunarem radium per teleſcopium tranſmittunt, imago quæ in charta excipitur, & tota imago in totidem quadrata diviſa apparet.

Aliam praxin profert Pater Cherubin Aurelianenſis in ſua Dioptrica, deſumptam quidem ab inſtrumento, à quadraginta circiter annis à Patre Scheinero typis mandato; ſed ingenioſiſſime ad hoc inſtitutum adaptato.

Primò quidem tubum teleſcopii ex una ſaltem parte factâ crenâ aperit circa baſin diſtinctionis primæ lentis, communiter enim adhibetur tantum teleſcopium duarum lentium convexarum. Idem præſtare potes è regione ſecundæ baſis diſtinctionis. Firmatur deinde teleſcopium per foramen aſſerculi, etiam optimè firmati & conſequenter immobilis; ita ut crena in tubo aperta, plano aſſerculi reſpondeat. Utitur exinde parallelogrammo duplici majori & minori, circa idem angulare punctum utrique commune volubili in puncto B eſt ſtylus valde ſubtilis, & in puncto C graphium. Certum eſt autem ſimilem motum, inæqualem tamen, perfici à duobus punctis C & B; quare ſi manu dextra graphium teneas, & col-



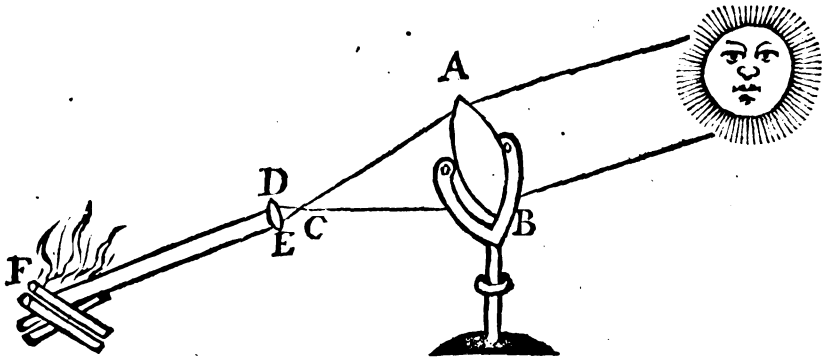
limando per teleſcopium, ita graphium moveas, ut indicis B, extremitas ſingulis partibus objecti reſpondeat, perfectam illius objecti imaginem habebis.

Ratio clara eſt. Cum enim, ſimilis motus perficiatur à punctis C & B, major tamen in C quam in B, ſecundùm rationem lineæ AC ad AB, imaginis partes proportionales erunt partibus baſis diſtinctionis, quas ſucceſſivè percurrere ſupponitur index B. Hæc & alia ſimilia videbis apud authorem, quæ praxin tantum requirunt, maximúmque apparatum, ut omnia inconcuſſam firmitatem habeant.

PROPOSITIO LX.

Theorema.

De linea Uſtoria infinita.



Jam locuti ſumus de linea uſtoria infinita in Catoptrica noſtra, & hallucinationes nonnullorum deteximus, qui eam ut poſſibilem aſſerebant. Hanc etiam lentibus convexis tentarunt nonnulli.

Supponantur ergo ſolis radii paralleli incidere in lentem convexam AB, & uniri in puncto C: uſtio autem non fit tantum in puncto C præcisè; ſed etiam in aliqua diſtantia à foco. Poſſit ergo fieri combuſtio in punctis DE, ibique collocetur alia lens convexa ſphæræ minimæ portio, cujus ſcilicet focus ſit in in puncto C; quare paralleli procedent hi radii, ex C puncto foci in lentem DE incidentes, ut probavimus. Radii autem paralleli nihil amittunt de ſua intenſione, cum imminutio intenſionis oriatur ex radiorum diſtractione, ſeu ſpatii amplificatione: formabitur ergo virga cylindrica, in qua radiis de ſua intenſione nihil decedet; ſed in DE, erant idonei ad concurrendum: ergo in quolibet virgæ cylindricæ puncto comburere poterunt. Hæc eſt ratiocinatio, falſa tamen.

Primò ſi radii in DE vim combuſtivam *habent*, quomodo lens DE, quæ vitrea eſt fiet *incombuſtibilis*? huic tamen incommodo obviam ire poſſumus, eſto enim radii in DE non habeant vim comburendi, poterit tamen lens DE tantiſper magis diſtare à puncto C, quàm ſit ejus focus, & in tali caſu radii non erunt paralleli, ſed concurrent in aliquo puncto propius, aut longius, prout magis, aut minus diſtabit lens DE à foco C; quare ſaltem comburent in quacúmque diſtantia propoſita.

Secundò dico totam ratiocinationem niti falſo fundamento. Nempe radios ſolares eſſe omnes parallelos; quare *concedo* quidem in tali caſu poſſe in puncto F, uniri omnes radios qui ab eadem ſolis parte producuntur, non autem alios. Immò aſſero ſolis imaginem circa punctum F maximam fore, atque adeo non habere vim combuſtivam. Nam duæ lentes AB, DE conſtituunt teleſcopium. Unde aberrat iſta ratiocinatio eò quòd exiſtimet in eodem puncto F, concurrere omnes radios ſolares, cum ii tantùm *uniantur* qui

Digitized by Google

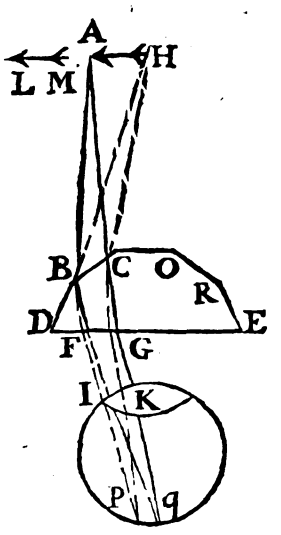
qui ad eandem ſolis partem pertinent, atque adeo tota ruit ratiocinatio.

PROPOSITIO LXI.

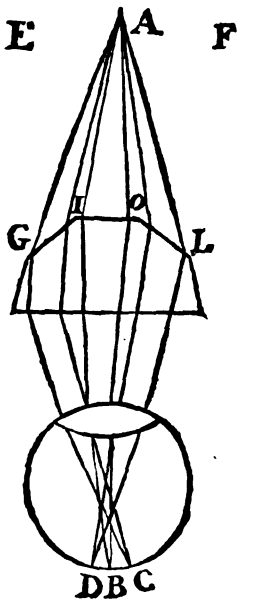
Theorema.

De Polyedris convexis.

Polyedra convexa vocamus, lentes aliquas non omnino ſphæricas, ſed imitantes corpus aliquod ſolidum, ſegmento ſphærico inſcriptum. Conſiderare autem hic debemus quas habeant proprietates. Et primò quidem certum eſt, quod licèt in quamlibet planam ſuperficiem, radii ad eandem objecti partem pertinentes incidant, vi tamen refractionis quam in illa patiuntur non concurrant; ſed eandem ferè inter ſe habitudinem conſervent, quam haberent; ſi nullam refractionem paterentur. Sit verbi gratia punctum A objecti ſatis diſſiti, à quo plurimi radii incidant in planam ſuperficiem BC, polyedri DBE, dico licèt radii AB, AC



diverſam habeant inclinationem, radiúſque AB, verbi gratia paulò majorem habeat inclinationem, & conſequenter paulò majorem patiatur refractionem, hoc tamen facilè poſſe negligi, ita ut ſicut radii AB, AC producti ſemper magis, ac magis à ſe invicem recederent, ita etiam radii BF, CG, ab invicem recedant. Quod veriſſimum eſt ſaltem reſpectu objectorum diſſitorum, cum enim radii AB, AC, tunc ſint phyſicè paralleli, erunt eodem modo inclinati ad ſuperficiem BC, & radii refracti BF, CG. Pariter erunt paralleli phyſicè, ergo eodem ferè modo quo ad hoc afficietur oculus, ac ſi punctum A eſſet in L. Si verò intelligantur ab alia objecti parte H, duci ad eandem ſuperficiem BC, radii HB, HC, hi (*per* 8.1.*hujus*) poſt refractionem decuſſabuntur cum radiis AB, AC, atque adeo ita incident in oculum, ac ſi punctum H eſſet in M, & directè radiaret. Sed ſi A eſſet in L, & directè radiaret; videretur in L, pariter H in M, ergo objectum AH videretur in LM. Quia autem ſuperficies CO, DE ſunt invicem parallelæ, radii refracti poſt duplicem refractionem eodem modo ſe habebunt, ac ſi nulla fuiſſet refractio (*per* 5.1.*hujus*) ſed ſi nulla eſſet refractio objectum AH videretur in proprio loco: ergo etiam refractione factâ. Ex hoc vides quare objecta multiplicentur per lentem polygonam. Cum enim vi refractionis factæ in qualibet facie lentis polygonæ, ita detorqueantur radii, ac ſi objectum exiſteret in alio loco, & diverſæ facies diverſam etiam inducant refractionem, poſſunt radii ejuſdem partis objecti eo modo incurrere in oculum, ac ſi objectum eſſet in diverſis locis, ideó-



que objectum in multiplici loco videbitur. Sit enim objectum A, cujus radii incidant in lentem polygonam GIOL; incidántque radii AI, AO in faciem IO, directè oppoſitam, formabunt in oculo objecti A imaginem B. Incidant verò alii radii in faciem GI, detorquebuntur ut uniantur cum axe illius lentis. Nam in eo lens polygona convenit cum lente ſphærica, quod omnes etiam radii uniantur cum axe, qui tamen incidunt in eandem faciem non concurrant in eodem axis puncto, ſed aut maneant paralleli, aut ab invicem paulìſper divergant. Nam radii qui in medium præcisè faciei incidunt, cum polygonum ſupponatur ſphæræ inſcriptum, aut meliùs circumſcriptum eodem modo refringentur, ac ſi tota lens ſphærica eſſet; cum omnes refractiones in linea curva, referamus ad tangentem, nempè imaginemur in puncto incidentiæ aliquam tangentem. Quare qui in medium facierum incident, in eodem præcisè puncto axis unientur. Cum autem illi qui in extremitates facierum ſint ferè illis paralleli, concurrent in aliis ejuſdem axis punctis. Quare ſi oculus verſetur circa punctum concurſùs radiorum, afficietur ex diverſis partibus, hoc eſt quaſi objectum eſſet in E, & F. Sed radii qui ita incidunt in oculum, ac ſi ex diverſis objectis procederent, uniri non poſſunt in eadem parte retinæ, ergo multæ ejuſdem objecti imagines in retina exprimentur, quod erat demonſtrandum.

Ut autem hoc meliùs concipiatur, certum eſt radios ab objecto in medium ſuperficierum lentis polygonæ incidentes eodem modo refringi ac in lente convexa; ſed ſi oculus ſit prope focum alicujus lentis, radii ab eodem objecto procedentes divergent: ergo in diverſas retinæ partes impingent: quare paritet ſi oculus verſetur circa focum lentis polygonæ multiplicata videbit objecta.

Digitized by Google

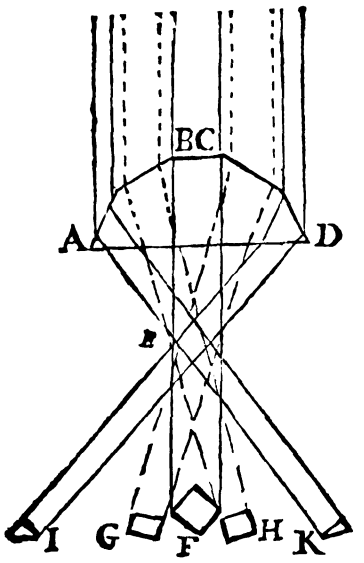
PROPOSITIO XLII.

Problema.

Plures radios ſolares exhibere.

Hæc eſt una ex proprietatibus lentis polygonæ, ut plures radios ſolares & uniat, & diſpergat; neque differt polyedra lens, à Sphærica, niſi quod radii ejuſdem partis, ſolaris verbi gratia, uniantur præcisè in uno puncto. At verò in polyedro non uniantur in eodem puncto, ſed in una parte, quæ ſit æqualis uni faciei polyedri. Sit verbi gratia lens polygona ABCD, quæ ſi eſſet ſphærica haberet ſuum focum circa punctum E, & in eam incidant radii paralleli, qui in medium facierum incident, unientur quidem præcisè in puncto foci. Suppono enim polygonum eſſe ordinatum, & poſſe inſcribi, aut circumſcribi ſphæræ, reliqui verò in eandem ſuperficiem incidentes illis erunt paralleli: igitur nunquam unientur omnes ſimul, ſed ſe invicem decuſſabunt circa punctum E, & poſt decuſſationem rurſus ſeparabuntur, & ſi excipiantur plano aliquo parallelo, ſuperficiei AD, exhibebunt figuram ſuarum facierum. Igitur radium ſolarem lente polyedra multiplicavimus, quod erat faciendum.

Differentia autem quæ intercedit inter lentem polyedram & ſphæricam, in eo poſita eſt, quod lens ſphærica radios omnes ab uno objecti puncto venientes præcisè uniat in puncto, quod erit vertex alicujus coni, ideóque ſi poſt illam decuſſatio-



nem radii excipiantur, nulla erit interruptio, ſed habebitur circulus aliquis integer luminoſus. In lente autem polyedra datur interruptio, & diverſa configuratio radiorum, ſecundum variam facierum configurationem, hoc petitur ex eo quod in ſphærica lente, ſenſim mutetur inclinatio ſuperficiei, in polyedro autem, tota mutetur ſimul.

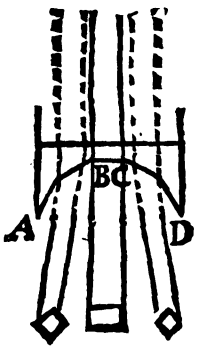
COROLLARIUM.

Non tantum radii paralleli hoc modo multiplicabuntur, ſed etiam qui ab eâdem objecti parte procedent, modo tale objectum magis diſtet à lente polyedra quam ſit diſtantia foci ejus. Nam id quod probavimus de lentibus ſphæricis, probabitur de radiis præcisè in medium cujuſlibet ſuperficiei incidentibus, cum id habeant commune. reliqui autem radii in eaſdem ſuperficies impingentes, nonnihil ab invicem erunt divergentes. Quare quidquid dictum eſt de lentibus ſphæricis proportione quadam polyedris accommodandum eſt, ſive concavis ſive convexis.

PROPOSITIO LXIII.

Specilla Polyedra concava radios multiplicant.

Sit lens concavo plana, vel concavo-concava polyedra tamen BCD. Dico quod ſi radii paralleli in eam perpendiculariter incidant diſpergentur.



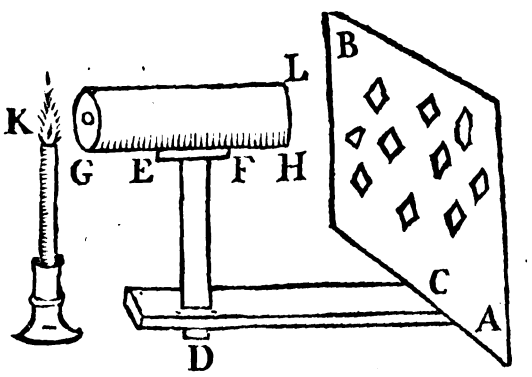
Demonſtratio. Primò qui incidunt in ſuperficiem BC, nullam patiuntur refractionem; ideóque irrefracti ulterius propagantur, alii verò qui incidunt in medium aliarum ſuperficierum, cum medium ſuperficierum planarum tangat, ſphæricam ſuperficiem, eodem modo propagabuntur, ac in ſphærico ſpecillo concavo. Igitur divergent, alii autem in eaſdem planas ſuperficies incidentes ipſis erunt paralleli, quare adhuc radii multiplicabuntur.

Quia tamen difficillimum eſt elaborare hujuſmodi ſpecilla concava polyedra, ideo in praxi potius fiant convexo-concava, nempè ut ſecundum exteriorem ſuperficiem ſint convexa polyedra, & ſecundum aliam ſint ſphærica concava, ſed minoris ſphæræ.

PROPOSITIO LXIV.

Theorema.

Imaginem non continuam ita efformare ut per tubum ſpectata appareat continua.



Paretur primò tabella AB, cujus limbo inferiori adhæreat ad angulos rectos alius item aſſerculus CD, & huic inſiſtat firmiter fulcrum DEF, *ita* altum ut tubus GH, reſpondeat mediæ tabulæ AB, tubus autem GH, inſtruatur in extremita-

te

te LH lente polyedra, alia verò extremitas G, habeat ſeptum perforatum. Sit autem diſtantia lentis HL tam à tabella AB, quam à ſepto G, major quam ſit diſtantia foci lentis polyedræ. Ita autem conſtituatur de nocte flamma candelæ propè foramen ſepti G, ut tantum radiet per foramen in tabellam AB. (*per corol.* 61.) radii refringentur, & multiplicabuntur in tabella, ita tamen ut decuſſentur; atque adeo qui inferiorem tabellæ partem attingunt, ex ſuperiori parte lentis proficiſcuntur & viciſſim. Radii omnes in tabella notandi ſunt ſecundùm figuram quam habent. Imago autem ita efformetur; depingatur in aliqua charta imago, æqualis lenti convexæ. Tum ſecabis fruſtula chartæ ſecundùm figuram ſingulorum radiorum, in tabella notatam. Quæ fruſtula imagini adaptabis, tum ſingulas partes imaginis reſpondentes hujuſmodi fruſtulis, depinges in locis radiorum, & cum radii ſint ſeparati, habebitur imago ſeparata, hoc eſt conſtans partibus interruptis: & ut artificium tegatur, ex his omnibus partibus aliquod totum perficies.

Si tubus non cylindricus foret, ſed conicus ita ut baſis K eſſet ampliſſima, & plurium foraminum capax. Poſſent per diverſa foramina omnino diverſæ imagines ſpectari.

Quod alii præſtant vario motu ipſius tubi, ſi enim tantiſper, aut detorqueatur aut in orbem moveatur alia atque alia imago videri poterit, primus modus in praxi, eſt ſecurior.

Idem præſtare potes lente concava polyedra ut oſtendimus.

PROPOSITIO LXV.

Problema.

Modus multiplicandorum colorum iridis, aut amplificandorum.

Supponitur radius coloratus per priſma triangulare, poſſent autem conjungi, plura ſimul hujuſmodi priſmata triangularia, ut plures radii colorati haberentur. Conjunge ſimul plures lentes polyedras, ſive cavas, ſive convexas, ut ex iis in orbem diſpoſitis, fiat magnus circulus tum expone ſoli priſmata triangularia ſimul juncta ut plures intra cubiculum, colorati radii habeantur; hos ſi lentibus polyedris excipias, diſpergentur hi radii colorati in omnem partem, totumque parietem, laquearia & pavimentum, quaſi margaritis diverſicoloribus diſtinguent, moto autem in orbem lentium polyedrarum circulo, variè movebuntur hi radii.

Secundo ſi eoſdem coloratos radios, ex priſmatibus triangularibus, erumpentes lentibus convexis, aut concavis excipias, diſpergentur in conos hi radii, varioſque circulos diverſicolores, variè ſe interſecantes in objectis corporibus depingent.

Alia multa in hunc modum excogitari poſſunt quæ indicaſſe ſufficiat.

Addo inſuper ſi in inſtrumento propoſitionis 62 loco lentis polyedræ apponatur lens concava, aut convexa, facilè ex magna parvam imaginem, ex parva magnam efformabis, & ex inverſa erectam, modo applices, ea quæ ſupra demonſtravimus.

PROPOSITIO LXVI.

Theorema.

De rerum imaginibus in cubiculo clauſo apparentibus.

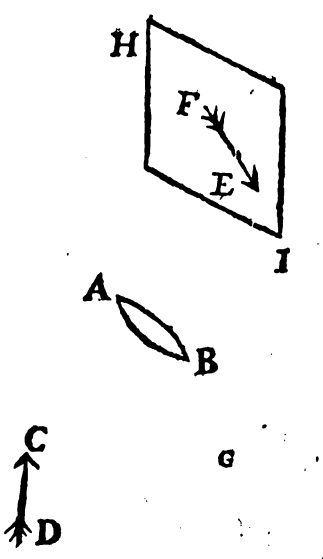
Hic etiam afferendum eſſet commune, & pervulgatum illud ſpectaculum cubiculi clauſi undique, excepto foramine lente convexa inſtructo; certum eſt enim quod ſi in diſtantia baſis diſtinctionis excipiantur radii per lentem convexam tranſmiſſi videbitur imago perfecta ſuis omnibus coloribus expreſſa, everſo tamen ſitu. Hujus phænomeni proprietates omnes jam alias fusè proſecutus ſum, & ad oculi naturam explicandam ſatis fœlici ut puto ſucceſſu traduxi. Nonnulla tantum mihi reſtant ad praxin ſpectantia.

Quæritur autem modus erigendi hujuſmodi objecta, quia enim multum de hujuſmodi ſpectaculi præſtantia deteritur quod everſo ſitu omnia exhibeat, quæritur modus erigendi hujuſmodi objecta.

Primus modus erit dioptricus, & hujus loci proprius. Sumantur duæ lentes prima majoris ſphæræ pura duorum aut trium pedum quæ conſequenter habebit ſuam baſin diſtinctionis, illi addatur alia lens minoris ſphæræ portio, quæ paulò magis diſtet ab ea baſi diſtinctionis quam ſit focus ejus, ad quamcumque volueris diſtantiam, quantumlibet magnam; habebis imaginem contrapoſitam, habebis & conſequenter erectam, hæc omnia in ſuperioribus demonſtrata ſunt.

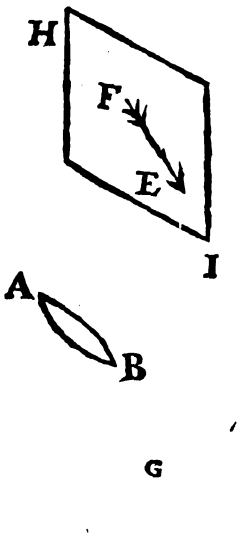
Si multa ſimul objecta cupias, prima lens ne ſit majoris ſphæræ portio, ſic enim plurium objectorum imaginem alteri lenti exhibebit; & ut facilius ad quamcumque diſtantiam imaginem objectorum in oppoſito corpore exprimas; pro lente ſecunda duas adhibe eo modo quo diximus ſupra; ſitque harum lentium ultima proximior baſi diſtinctionis quam ejus focus; ſic enim radii divergentes procedent, quos tertia excipiens, adhuc magis augebit cætera docebit uſus.

Alter modus erigendi objecta in hoc phæno-



meno in ſpeciem tantùm ea eriget, re vera tamen non id præſtat; ſupponitur ergo locus ali-

quis ſatis altus, è quo objecta, in area inferiori poſita ſpectanda proponuntur ſtatuatur lens



o nvexa ad horizontem circiter gradibus 45 ſitque AB, ſupponatur ejus focus eſſe in di ſtant' i trium, aut quatuor pedum, extendatur planum quodcumque album lenti ferè parallelum, quamvis poſſit magis ad horizontem accedere; dico objectorum imagines non quidem verè & realiter erectas eſſe, in ordine tamen ad ſpectatoris oculum perinde ſe habere ac ſi erectæ eſſent. Sit enim objectum C D, imago E F, eritque puncti ſuperioris C imago E, & puncti D imago F, ſecundum leges ſupra explicatas: quia tamen planum H I multum ad horizontale planum accedit & oculus ſpectatoris eſt in G, imago puncti E in retina locum inferiorem obtinebit, & puncti F ſuperiorem. Poteſt autem planum H I ferè horizontalem ſitum habere, cum enim lentes non habeant foci diſtantiam in indiviſibili poſitam, etiamſi partes H, ſint paulò viciniores quam par ſit, & partes I remotiores, ſufficienter tamen in iis rerum imagines exprimentur, etiam cum diſtinctione convenienti. Sunt & alii modi ad catoptricam pertinentes de quibus ſuo loco.

DIGRESSIO MECHANICA.

Methodus elaborandorum ſpecillorum.

VAMVIS hac digreſſio edocendis, & informandis potiùs artificibus, quàm ſcientificis demonſtrationibus provehendis accommodata videatur: quia tamen quamplurimi viri docti, & graves, ſuo labore, & artificio hanc partem non indignam judicarunt, eamque non lucro ducti, ſed ſtudio promovendi verſarunt, aliquid etiam de ea dicendum mihi propoſui, & præcipuè quod diuturna me docuit experientia, explicandum. De his multa habet Des Cartes, qui multarum machinarum ſupellectilem profert, ex quibus concluditur facilè, nunquam eum manum operi admoviſſe, ita pleraque peccant contra finem propoſitum. Optimè meo judicio hanc partem pertractavit & ut ita dicam exhauſit R. P. Cherubinus Aurelianenſis Capucinus, ex quo etiam nonnulla mutuatus ſum.

Primò igitur convexarum lentium elaborandarum methodum tradam. Tum ad concava ſpecilla gradum faciam.

PROPOSITIO I.

Qui diſci, & lances elaborandis convexis lentibus requirantur.

MUltas quidem & varias methodos lentes convexas ſphæricè elaborandi invenerunt viri docti; non tamen æqualiter in praxi utiles. Vulgarem hîc explico, cui donec aliquid melius occurrat inſiſtendum puto; teruntur autem in patina, aut lance ſphæricè excavata, lentes convexæ, contrariamque figuram induunt. Ex quibus conſtat, ut ſphæricam perfectam aſſumant, patinis, aut lancibus perfectè ſphæricis opus eſſe. Ad quod neceſſarium eſt, ut ex materia fiant quæ torno elaborari poſſit, & ad perfectam ſphæricitatem revocari. Secundò ex ea materia quæ diuturno uſu, & attritione à rotunditate non excidat. Materia ex qua fiunt hujuſmodi patinæ erit ferrum & cuprum; non rigidum, ſed quantum fieri poterit molle, ut torno elaborari poſſit. Patinæ utræque convenientem habeant craſſitiem, ne dum torno elaborantur elaterii inſtar reſiliant, & figuram deſtruant. Ferreis quidem malleo prima figura inducitur ad quod neceſſarium eſt, ut artifici ſegmentum circuli in materia dura tribuatur, ut in lamina ærea. Cupreæ autem quæ ex cupro puro, ſeu ut vocant flavo, *Leton jaune* conſtare debent, & non ex cupro mixto, *Potin*, fuſiles ſunt. Debet autem primò fieri exemplar, vel ligneum, ut ex pyro, quercu, vel ex ſtanno, & torno elaborari, tum ad fuſorem deferri, & ut omnia melius ſuccedant, ne ulli reſtent pori. Crena fuſoria ubi in lancem efformata fuerit, conſpergatur calcinata lapidearum ſcandularum triturâ *d'ardoiſes calcinées*.

Patinæ & lances ita formatæ torno ad perfectam ſphæricitatem revocari debent. Hic tornum non deſcribo, figuli vaſorum ſtanneorum tornum appoſitum habent, ideóque ſi illis ſegmentum circuli, in materia ſolida tribuatur ſatis

appoſite

Digitized by Google

appositè figuram absolvent, eamque patinis inducent.

Hic modus aliquibus non arridet, ideoque aliam methodum usurpant, nempe tornus axem satis longum habeat acuminatum ex una parte, ut inserto in exiguum foramen acumine facilè circumvolvatur, aliud extremum sit cylindricum, quod in foramen septi alicujus immobilis inseratur, & ne vacillet debet totum septum constringi quantum potest. Huic extremo perforato, seu cavo in helicem inseritur cardo pariter in convexam elicem formatum, cui circulus patinas sustentans connexus est.

Patinis ita firmatis, ut verticaliter disponantur, seligitur punctum remotum pro centro, secundum semidiametrum sphæræ, cujus portio patina debet esse: hoc centrum debet in directum jacere, cum axe torni, & in eo determinando est satis magna difficultas, potest tamen ita inveniri. Erigatur perpendiculum per acumen axis torni transiens, erigatur & alterum per centrum disci, seu orbis elaborandi, collineando per hujusmodi fila invenies planum ut ita dicam verticale, in quo locandum est tale centrum, debet autem esse immobile quantum fieri potest, si enim vel tantillum consentiat retrocedendo, nunquam perfectum discum, hoc est sphæricè excavatum habebis.

Huic centro affigitur regula ferrea scalprum deferens, quod ita disponi debet, ut fulcro impositum, motu circa centrum circulum describat, per centrum paropsidis, seu disci transeuntem.

Eodem artificio orbibus convexitas tribui potest, si nempe centrum quæras immediate supra axem torni; quæ omnia vix concipi possunt nisi in praxin deducantur.

Non dissimili methodo aliquos orbes planos efficies. Si nempe scalprum imponatur asserculo quod currat secundùm lineam ad axem torni perpendicularem. Moneo adhuc iterum totam difficultatem in eo sitam esse ut nihil vel tantillum, vacillet; sed omnia maneant firma, & inconcussa.

Præter lances, aut paropsides concavas, nullum aliud methodus communis requirit instrumentum, nisi orbiculatas tabellas, quibus affigatur vitrum ut in omnem partem versari possit. Artifices communiter cylindris ligneis utuntur, quorum basis æqualis est vitro elaborando, usus tamen edocuit hujusmodi cylindros ligneos leviores esse, quam par sit, moderata enim gravitas laborem ferè duplo provehit: longitudo item cylindrorum nociva est, cum sustentetur vitrum, idemtidem; ita ut non quadret cum paropside, & hoc figuram alterat. Ego quidem usus sum orbiculo stanneo, ad modum scruporum quibus luditur; sic enim exactius vitrum cum paropside congruit, & ejus figuram induit. Nonnulli existimant stannum esse ponderosius quam par sit. Hæ cylindricæ tabellæ torno elaborandæ sunt, & inferiori parte marginem circularem habere, cui vitrum incumbat. Concavitas autem pice impletur, ut vitrum cylindro agglutinet.

Pix pura non est, sed pici nigræ, quarta pars additur picis flavæ seu resinæ, huic materiæ liquatæ nonnulli admiscent palmitum cineres, alii Ocram aut Hispanicum ut vocant Album, in minutissimum prius pollinem redactum, & cribro examinatum, admiscerur autem donec consistentiam aliquam hæc materia acquirat.

Teruntur communiter lentes in orbibus, seu paropsidibus, addito tamen polline, ut vocant corrodente, nonnulli smiridin contusam adhibent: censetur tamen nimium efficax, lancesque præcipuè cupreas nimis deterit, immò superficie aliqua incrustat, quæ vitrum sulcis ita exasperat, ut ad polituram nequeant adduci nisi ab ovo incipias: si habeantur paropsides ferreæ, non magni momenti in quibus rudiori manu opus inchoës, in iis smiridin adhibere poteris, præcipuè in lentibus ocularibus, ut citius sphæricitatem induant.

Diu usus fui arenâ communi, qualem Rhodanus secum vehit, item aranâ albâ, quam communiter *Sable d'Estampe* nominant, durior enim est opusque magis provehit; silices alii præferunt: voco autem silicem eum lapidem quem communiter Gallicè nominamus, *Grez* ex quibus componuntur molæ ad acuendos cultros; franguntur nonnunquam hæ molæ, redunturque inutiles. Fragmenta igitur harum molarum contusa accommodatissima sunt ad terendas lentes, & primam iis figuram inducendam, neque verò ubi trita fuerit hæc materia abjicitur, sed conservatur, immo quasi per gradus minutior separatim ponitur, modus autem minutiorem à crassiori separandi communis est & per inclinationem absolvitur.

Polituta vitro inducitur lapide samio seu ut vocant Tripolitano, Germanicus aut Veneticus optimus est, & in genere levior graviori præstat. Si optimus est nullâ præparatione indiget, ideoque siccus adhiberi poterit. Poterit tamen spiritui vini vel vino albo admixtus conteri perfectissimè.

Si contusus & vino albo, aut spiritui vini admixtus per tres, aut quatuor menses asservetur fermentabitur, fierque optimus, sive sicco uti volueris, seu etiam madefacto: melius adhuc præparabitur si in cruciabulum opertum imponatur, & rimæ luto sapientiæ obliniantur, & hæc omnia in furno pistoris per duos dies in prunis ardentibus sepeliantur optimè præparatum habebis Tripolitanum lapidem.

Inducitur politura, stanno calcinato quod communiter nomine Gallico *Potée* dicitur. Hæc tamen vox nonnunquam sumitur pro smiridis minutissimo polline. Lapidarii ut lapidibus figuram tribuant smiridin adhibent, quam diu contritam, & per inclinationem præparatam aliis artificibus vendunt.

Hæc tamen vox *Potée* magis proprie pro stanno calcinato sumitur. Itaque dicitur quod stannei figuli cum continuo suum ferruminatorium in prunis habeant, cui aliquæ stanni guttæ adhærent, quæ in pruna decidunt, & tandem in calcem mutantur. Hæc calx optima quidem est, quia tamen ut à cineribus expurgetur, in aquam præcipitatur, multum hac aspersione de sua vi detersiva remittit. Si tamen de industria stannum in calcem redigatur, vim detersivam majorem habebit. Ponatur ergo libra stanni puri, Anglici melioris notæ intra vas figlinum, quod ignis patiens sit, & operculum luto sapientiæ bene conjungatur, aut terrâ figlinâ, cum hæc siccata fuerit in fornace figuli, simul cum aliis vasibus ponatur, ibique relinquatur donec alia vasa cocta fuerint; invenies stannum calcinatum optimum. Atque hæc sunt quæ requiruntur ad lentes elaborandas.

PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO II.

Problema.

Quomodo elaboranda lentes objectivæ.

Totum operationis & laboris progreſſum pro lentibus convexis hac propoſitione comprehendo.

Primò ſeligitur materia vitrea, curandum autem pro lentibus præcipuè objectivis, ut ſit æqualis ubique craſſitiei, quod examinare poteris circino valgo, alioquin detortum habebis verticem; antequam igitur elaborentur, ad æqualitatem craſſitiei revocentur.

Secundò vitandæ ſunt bullæ nimiæ, arenulæ, vortices, & fila quæ materiam vitream nonnunquam inficiunt; & reſpectu objectivarum ſeligatur centrum in ea parte in qua pauciores bullæ deprehendentur, ut ea pars quæ utilis eſt in teleſcopio libera ſit ab omni nævo. Color item vitri ne ſit nimis ſaturus aut fuſcus. Colorem vitri ſupra chartam facilè internoſces. Si fornacem vitriariam adire poſſis, facilè materiam valde craſſam pro majoribus ocularibus eruere poteris, ſine periculo vorticum, aut fibrarum. Fiant forcipes longioris manubrii, in quarum extremitate erunt duo ſegmenta ſphærica, quæ conjungi exactè poſſint; ſi enim ſecundo aut tertio die, quo cruciabulum inchoatum fuerit, hanc forcipem in materiam colliquatam immittas, educes lentes oculares formatas, ab omni vortice liberas. Hoc artificio hic Lugduni aliàs uſus ſum, cum ſucceſſu optato, ita ut ſi materia quæ perlucida ad modum cryſtalli videbatur fuiſſet diuturna nihil potuiſſet haberi melius. Sed hoc vitium habuit quod humiditatem contrahebat, & poſt aliquos annos hoc ſudore omnem polituram amitteret. Quod periculum invenitur in materia nimis perlucida & alba. Hic forcipum uſus utiliſſimus poteſt eſſe. Cum enim ut habeantur vitreæ tabulæ, opus ſit flatu ampullam majorem conflare, quæ deinde dividatur, & in planam ſuperficiem extendatur, ex hoc flatu ut plurimum & vortices, & bullæ enaſcuntur. Si verò immediatè in ipſamet fornace hac forcipe lentibus prima figura tribuatur ceſſat omne tale periculum, Pater Reyta aliàs à Duce Etruriæ centum circiter lentes non elaboratas acceperat, quarum vix una inventa eſt, quæ vorticibus careret.

Lentes objectivæ latiores fiant, ut exactiorem induant figuram. In medio gutta Ceræ Hiſpanicæ inuratur ut notetur centrum, & circini crus unum firmari poſſit, aliud crus adamantem præferat, quo tota deſcribatur circumferentia. Tum partes ſuperfluæ quam exactiſſimè volſella præſcindantur. Nonnulli ut præciſior circuitus habeatur, cote limbum arrodunt, melius tamen, & exactius hic limbus perficietur in lance valde cava, ita ut declivitas aliqua totam lentem coronet. Poteſt hæc declivitas perfici multis modis Primò ſi intra lancem minoris ſphæræ teratur lens addito ſilice contuſo. Secundò ſi lanx minoris ſphæræ horizontaliter circumvolvatur. Hæc declivitas aliquam polituram etiam habere debet, ne ſit ſcabra, alioquin particulæ ſemper aliquæ excident, quæ lentis polituram impedient.

Ubi hæc declivitas inducta fuerit ſatis exquisitè, paropſis menſæ horizontali imponatur, tum ſilice contuſo tota æqualiter operiatur, ſeu penicillo extendatur, & ut æqualiter ſit contuſa, adhibeatur lens alia nullius momenti, ad experimenta ſumenda deputata, quæ æqualiter totum ſilicem extendat; tum lentem manu prehenſo orbiculo, cui annexa eſt in orbem ſupra paropſidem circumvolves quaſi per circulos à circumferentia paropſidis ad centrum protenſos, non quidem eoſdem, ſed alios atque alios. Alium etiam motum lenti imprimes circa proprium axem: non erit opus compreſſione lentis contra paropſidem, gravitas orbiculi cui adhæret vitrum ſufficientem compreſſionem efficiet.

Ubi ſilex fuerit nimium imminutus, rejici poteſt, ut novo aſperiori locum faciat; eadem ſemper cautione adhibita, ut deputata experimentis lente ad æqualitatem aliquam reducatur. Ita novam ſub inde ſiliceam arenam appones, donec tandem figura ſphærica ad centrum ferè pertingat.

Duplex eſt modus figuram hanc lentibus tribuendi, nonnulli enim arenam hanc ſiccam uſurpant. Alii madefaciunt. Ego ſiccam adhibeo. In fine tamen ut primam polituram tribuam neceſſariò madefactam uſurpandam cenſeo: ſaltem ſub finem.

Cum igitur lens figuram induerit, adhibendus eſt ſiliceus pulvis contuſior, dixi enim per inclinationem, haberi poſſe perfectiorem, quaſi per gradus.

Tergatur igitur forma, & lentes, tam quæ elaboratur quam experimentalis, ne prioris pulveris partes adhæreant. Tum pulviſculus contuſior extendatur ſupra paropſidem, & experimentali lente primò nonnihil adhuc conteratur, tum lentem elaborandam impones, & ſimiliter circumvolves. Exinde humefacies moderatè pulviſculum ſiliceum, *quod præſtabis idemtidem, etiam idemtidem* auferendo pulviſculi partem aliquam, præcipuè quæ in circumferentia erit, & retinendo eam tantum copiam quæ neceſſaria eſt, ad tribuendam lenti hanc primam polituram. Neque in eo parcendum eſt labori, aut tempori, ſi enim hæc prima politura non fuerit perfecta, impoſſibile erit, ut ultimâ ejus defectus corrigat, ideoque lentes quaſi tenui velo obductæ videbuntur. Quare priuſquam deſiſtas examen adhibendum erit, nempe lente convexa quaſi microſcopio defectus, ſi *qui* ſint dereges. Debet igitur lens antequam *ceſſetur* ab opere lævorem aliquem induere *quem nomine* primæ polituræ deinceps nuncupabo.

Plurimi ſunt modi quibus *ultima* politura lentibus objectivis tribuitur. Artifices qui ſunt ut plurimum perfectionis incurii. Fruſtum corii ſupra planum extendunt, cui deinde ſtannum calcinatum, nonnihil madefactum imponunt, lentemque quantum poſſunt affricant.

Quantum peccet hic modus nemo non videt, quamvis enim lentes objectivæ à ſuperficie plana, non multum habeant, & corium nonnihil cedat, & figuræ ſphæricæ ſe accommodet, comprimentur tamen magis partes centro viciniores.

Pater Chernbinus hanc præbet. Circulo ligneo tanto ut paropſidem ſeu formam intus capere poſſit, corium molle, & æqualis quantum fieri poteſt craſſitiei tendatur, vel pannus Hollandicus, vel oloſericus paulo compactior, vel tela; vel Xylinum Anglicum huic panno, corio, aut telæ bene extenſæ, ſeu formam ſubjicies, ita ut imponendo lentem, cum ea quadret. Huic panno, aut corio ſtannum calcinatum bene expurgatum, & moderatè *madefactum*

Digitized by Google

factum impones in longum tantum transeundo per centrum, secundum latitudinem tuæ lentis, & paulò majorem, tùm experimentalem lentem adhibebis impellendo in longum, seu in lineam rectam, si quid durius occurreret audiretur, & auferendum esset, antequam lentem elaborandam adhibeas. His omnibus paratis lentem tuam huic panno impone, & in longum impelle, comprimendo quantum potes, & identidem circa proprium axem eam circumvolve: si opus sit stannum calcinatum reponere, experimentalis lens primos ictus excipiat alioquin periculum erit, ne sulcus aliquis bonæ lenti imprimatur. Hic erit primus modus.

2. Modus à P. Reyta usurpatus ita peragitur: charta munda optima, & melioris notæ formæ agglutinatur, debet autem priùs nonnihil madefieri ut exactius formæ se accommodet, gluten autem simplex esse debet, ex farina seu ex triticea polenta; ut hæc charta figuram perfectè induat, cavendum est ne aërem intercipiat, ideóque à centro incipe, & sensim ad circumferentiam procede, & non tantum semel, sed etiam interea dum exsiccatur idemtidem palmâ complananda est.

Ubi exsiccata fuerit, primò lente aliqua, rejectitia cujus limbus maximam habeat declivitatem tota complanetur: aliqui laminam ferream, pariter in limbo obliquè præcisam adhibent, quâ omnes hujus chartæ inæqualitates complanentur. Exinde obducitur charta, terrâ tripolinatâ præparatâ, eo modo quò diximus supra, non quidem tota, sed in longum, secundum latitudinem paulò majorem diametro lentis elaborandæ, & ut melius complanetur eâdem lente rejectitiâ ad æquabilem aliquam crassitiem revocabitur.

Cautiones nonnullæ necessariæ sunt. Prima antequam lentem quam elaborandam suscipis ei imponas, ut rejectitiam aliquam adhibeas, quæ primos tripolitanæ terræ impetus excipiat & retundat. 2. ne aut tripolitanam terram, aut lentem tuam unquam tangas, quia ei imptimeretur qualitas, quâ vis tripolitanæ terræ impediretur. 3. quoties cessandum erit ab opere, operienda erit patina, ne sordes contrahat, pariter detergendæ manus, excutiendæ manicæ, & semper incipiendum erit à rejectitia lente; denique si accidat aliquid duri occurrere, cultro pennario & non digito auferetur; denuóque lens rejectitia adhibebitur. Vix poterit tripolitana terrâ polituram perfectam lenti inducere, sed tantum mediocrem, nisi melioris notæ fuerit hæc terra. Quare ad præcedentem praxin recurrendum erit. In longum ducitur lens elaboranda, idemtidemque revolvitur supra proprium axem. Initio donec imbuta fuerit tripolitanâ terrâ, supervacaneum fuerit, vim & pressionem adhibere, ubi verò eam imbiberit fortiter connitendum erit.

Tertius modus poliendi lentem objectivam, erit si patinam habeas ligneam, ex pyro, aut quercu exquisitè, & ad tornum excavatam, quæ si convenientem habeat crassitiem, & ex materia sicca fuerit, non flectetur ullo modo. Hæ patinæ ligneæ, vel stanno calcinato, optimò & exquisitè præparato, vel tripolitanâ terrâ obducentur, tum in longum lentem duces, ut in aliis, inchoabis tamen à rejectitia lente.

Si lens fuerit plano-convexa, fidendum non erit polituræ speculari, quæ nempè speculis tribui consuerit; ideóque saltem illi hæc ultima politura, in plano tribuenda erit, quod si inæqualitates majores detegantur, ad secundam polituram, quæ nempè siliceo polline perficiturrecur, rendum erit: nec fositan omittendus limbus declivis, cætera similiter fient.

PROPOSITIO III.

Problema.

Quomodo elaborandæ lentes oculares convexæ:

Lentes oculares convexæ eodem ferè artificio ad figuram sphæricam adducuntur, quia tamen minoris sphæræ lenticulæ lances ita parvas habent, ut in his labor sit difficilis, & operosus, si manu libera terantur, poteris in lance ferrea horizontaliter volubili laborem inchoare. Tornum non describo, cum vulgaris sit, & apud lapidarios, ut vocant inveniatur. Constat enim majori trochlea, quæ sub mensa latet, axis autem ejus manubrio instructus supra mensam extat, quo ad motum incitatur, ab hac majori trochlea, cujus nempè diameter sit unius saltem pedis, funis ut vocant infinitus ad minorem trochleam alteri axi insertam, & lancem sustentanti protenditur, ita ut majori trochlea unam circumvolutionem peragente, secundus axis, & consequenter lens imposita, tres aut quatuor circumvolutiones peragat. Neque verò difficile erit pedibus hunc motum perficere, ut nempè utráque manus sit libera ad applicandam lentem. Posset & machina automata adhibere, qualem in volvendo vetu communiter usurpamus, quæ machina ponderibus ad motum incitaretur.

In patinam horizontaliter volubilem injicitur siliceus lapis, vel smiris, ficca, vel nonnihil aspersa aqua, lens autem suo orbiculo agglutinata ex more appllicatur patinæ, non quidem in medio, quia in eo loco nullus est motus; sed quantum fieri potest in extremitatibus: manu autem alius illi motus circa axem proprium tribuatur, cautio quæ in hoc negotio adhiberi potest, erit ut tota lancem tangat. Lanx autem in qua hoc modo teritur sit paulò majoris sphæræ portio, quam ea in qua perfici & absolvi debet. Ideóque parum intererit, etiamsi tornus non sit adeo exactè libratus, aut lanx non ita congruè illi imponatur. Lens ad umbilicum ferè perducta in ea lance, perficitur manu libera in propria lance, nempè primò figuratur, tum observatis iisdem cautionibus quas in lentibus objectivis observavimus, secundámque polituram in eadem lance assumit.

Ultima politura in lance vix tribui potest, eò quòd cum sit minoris sphæræ, portio, motum in ea satis expeditum, seu satis amplum non habeat.

Communis igitur praxis canaliculum oblongum adhibet, cujus concavitas, ejusdem est cum lance diametri, supra hunc canaliculum corium in longum extendit, aut pannum, aut telam, aut aliquid hujusmodi, ita tamen, ut concavitas hujus aggregati, æqualis sit concavitati lancis, in qua lens ocularis elaborata fuit. Si enim fuerit majoris diametri, umbilicus lentis polietur, & extremitates impolitæ remanebunt.

E contra si fuerit minoris diametri, extremitates polientur non item umbilicus.

Hic pannus, corium aut tela, stannó calcinato aquâ nonnihil macerato imbuitur, & lens orbiculo suo agglutinata, in longum supra ca-

naliculum ducitur ; ita ut idemtidem volvatur ut pars quæ prior incedat , ſenſim ad latera detorqueatur , fiátque poſtrema. Eædem cautiones adhibeantur , nempe ut quoties , vel ſtannum calcinatum renovatur , toties in rejectitia lente priùs fiat experimentum , quam elaboranda operi admoveatur.

Poteſt item hic canaliculus oblongior charta munda tegi , quæ tripolitana terra obducatur, ſimiliterque lens elaboranda in longum ducatur.

Manifeſtum eſt ex ipſa laboris perficiendi methodo,alterari figuram , cum enim umbilicus lentis, ſemper tangat canaliculum , limbi autem pars tantum aliqua eidem incumbat , ſemper & continuo umbilicus politur,extremitates non item;unde fit ut extremitates, ut plurimum habeant nonnullas inæqualitates: ſi habeatur alius canaliculus, qui fit paulò minoris diametri , &conſequenter in quo limbus potius , quam umbilicus canaliculo incumbat, perficietur limbus,in fine tamen,in canaliculo æquali lens erit reformanda. Hi canaliculi , ſeu ſemicylindri circulares in ligno excavari poterunt ſatis appoſitè , aliqui vellent in ſtanno, aut ære,eos excavare.

Quia tamen hæc methodus ut patet , figuram nonnihil adulterat. Poteſt in eadem lance perfici,ſi *nempe ei motum* horizontalem tribuamus, poſſetque coriacea calantica interius tegi,quæ unico,corio conſtare poterit. Hoc enim habet corium,ut ſi madefiat , & hæmiſphærio convexo imponatur, ibique conſtringatur,figuram ſphæricam ſatis exacte induat , ideoque ſi lanx paulò majoris diametri quam ſit ea,in qua lens ſecundam polituram habuerat,interius veſtiatur, poterit fieri illi æqualis. Poterit item veſtiri hæmiſphærio papyraceo , in quo neceſſaria eſt induſtria ad diſponendam chartam , ut cum hæmiſphærio quadret, reſectis ſcilicet partibus ſuperfluis. Lanx ergo interius papyro veſtita,tripolitana terra inducetur, & interea dum volvetur horizontaliter , vehementiori motu,lanx ſuo orbiculo affixa , ita lanci applicabitur , ut ſecundùm ſe totam eam tangat, non quidem in medio , in quo parvus eſt motus , ſed ita ut limbus lentis , centrum lancis atttingat. Idemtidémque manu circumvolvatur , & alia pars centro incumbat. Hanc praxin nonnunquam adhibui, non inutiliter.

Alii lanci non motum horizontalem tribuunt , ſed verticalem , quia nempe ſordes in lancem non incidunt , fitque minus periculoſus labor. Alii lances non adhibent , ſed tantum torno affigunt lignum , quod in modum lancis excavant : ſi pyrus , aut quercus adhibeatur, poterit in lance lignea ſine ullo panno , aut corio tota politura perfici.

His omnibus modis induci poteſt ultima politura , quæ melius ſemper manu tribuitur , quam machina , etiam duplici motu volubili , inter quas illæ ſunt minus aptæ , in quibus lens non tota ſimul tangitur , ſed quaſi per partes perficitur.

PROPOSITIO IV.

Problema.

Quomodo elaboranda ſpecilla concava.

Specilla concava , vel ſunt minoris ſphæræ ſegmenta vel majoris,ſi minoris difficiliorem continent operationem, præcipuè, ſi duplicem concavitatem habeant : debent enim duo vertices optimè ſibi invicem reſpondere , vel detorquebuntur radij ; nec exquiſitè exhibebunt objecta.

Artifices communiter in toto laboris progreſſu graviter peccant.Habent enim ut plurimum in eodem axe verticaliter diſpoſito , plurimas ſphæras inæquales quas idemtidem,ſmiridis polline,madefacto imbuunt, & ſpecillum ſuo orbiculo affixum ita uni globo manu admovent , ut quantum fieri poteſt medium, ſeu centrum ſpecilli, globum tangat , & ſenſim in orbem manu circumvolvatur.In quo cum manus à nullo contineatur , facile eſt ut aberret ; ex quo fit ut vix unquam perfectè ſphæricam figuram , perficiant , & limbus concavitatis vix unquam ſit præciſus ; quare ut hæc methodus corrigatur.

Primò ſit axis globos præferens horizontalis qui ut motum habeat velociſſimum troclea minori inſtruetur , circa quam funis infinitus circumvolvetur , ad majorem trocleam ſeu rotam pertinens , quæ ad motum etiam pedibus , ſi libuerit incitabitur ut ſolent mulierculæ dum rotam ad nendum adhibent.

Globi quibus inchoatur opus plumbei eſſe poſſunt; ſed tunc ſmiride contuſa,& madefacta utendum eſt : quæ in cocleari ſub globo continetur, ita autem omnia aptantur ut globus ſemper in aquam hoc polline ſaturatam immergatur , atque ita non eſt opus idemtidem globum ſmiride imbuere , ut ferebat communis praxis.

Variis modis ſpecillum globo admovetur. Ego alias machinam ita inſtitueram. Alium axem in cujus extremitate annexus erat orbiculus ſpecillum præferens perpendiculariter, ſeu verticaliter, ita diſponebam ut centrum ſpecilli,exactè reſponderet , vertici globi eique perpendiculariter *in*ſiſteret ; hunc axem troclea in ſuperioribus *partibus* inſtruebam,cujus diameter *5* aut *6 digitorum*, in axe item majoris illius trocleæ ſeu *rotæ*, inſerebam minorem trocleam : *erunt* igitur duo funes infiniti. Unus ut *globus* volveretur in axe horizontali , motu vehementiſſimo , alter ut ſpecillum globo inſiſtens moveretur motu lento ; ad quod perficiendum primus axis à quo ſcilicet incipit motus duas trocleas habebat majorem , & minorem ; majorem ut globos velociſſimè agitaret , minorem ut axem ſpecilli tardo motu cieret. Cautiones tamen adhibendæ ſunt nonnullæ , præcipuè curandum eſt ut axis ſecundus perpendiculariter inſiſtat vertici globi , quod non ita facilè conſequeris. Primò igitur tubum habeas duorum digitorum longum , ferreum aut cupreum cui cylindrum ferreum aut ligneum inſeres , ferè congruentem , hoc eſt ita ut capacitatem ejus ferè impleat. In eo tamen circumvolvi poſſit. Hic cylindrus uno ſui extremo habeat cavitatem , quæ pice præparata impleatur , & limbum torno præciſum , cui ſpecillum incubar. Antequam huic cylindro ſpecillum aptetur, primò quidem orbicularem figuram , circumquaque præciſam

Digitized by Google

præciſam habeat, deinde in lance minoris ſphæræ in limbum declivem figuretur, ita ut omnia ſint exacta.

Specillum ita figuratum cylindri extremo ita aptatur, ut extra baſis ejus circumferentiam nullo modo exorbitet, ſed incumbat æqualiter limbo ejus. Cylindrus ita aptatus, tubo inſeritur, tubus ita globo imponitur ut eum non tangat; ſed ei impendeat perpendiculariter, & in eo totum negotium poſitum eſt. Idem cylindrus in ſuperioribus partibus debet contineri, ſaltem in foramine aliquo, ut circumvolvi poſſit intra tubum Clarum eſt quod ſi omnia benè procedant, ſpecillum in tali diſpoſitione ſolo centro globum attinget, omnes enim cautiones ſuprà adhibitæ ad hunc ſcopum tendebant.

Eo modo quo primam figuram, ſeu cavitatem ſpecillo tribuiſti primam & ultimam polituram poteris inducere. Sed ut primò poliatur, non erit ſmiride utendum; ſed ſiliceo polline madefacto, atque adeo globis aut ferreis, aut cupreis.

Ultima politura perficietur globis panno, aut corio coopertis, adhibito ſtanno calcinato; debebunt autem eſſe lignei paulò minoris diametri, ut cooperti evadant æquales iis quibus perfecta fuit prima politura. Potererit item hæc ultima politura perfici globo chartâ cooperto, adhibita ſcilicet terra tripolitana. Poteris aliis modis admovere ſpecillum globo, nempe horizontaliter, ſive tubo contineatur, ſive non; poteris autem melius judicare an directè tubus in centrum globi tendat. Non erit opus globos integros habere, ſufficiet zona paulò major quàm ſit ſpecillum; poteſt globis figura tribui ex polo, non ex centro quod latet.

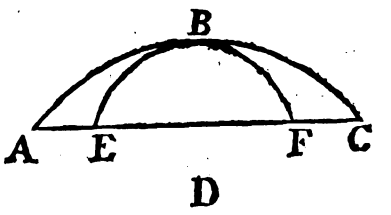
Nonnullis melius ſuccedit negotium, ſi opus in machina inchoēnt, & utantur ad id globo minori, quam ſit is in quo abſolvendum eſt opus. Sic enim cavitate minore perfectâ. In majori globo ad manum cavitatem augent: in quo habetur illud commodi, quod cum ita teneatur ſpecillum, ut totus cavitatis limbus majorem globum tangat, augetur uniformiter cavitas, & ad umbilicum regulariter perducitur. Atque hic etiam modus uſurpandus eſt quoties ſpecillum majoris ſphæræ perficiendum eſt. ut nempe incipias à minori cavitate, quam ſenſim & quaſi per gradus augeas: ſic enim figura producitur exactior. Quare inchoata cavitate in globo minori, ſi maxima cavitas ſeu majoris ſphæræ perficienda erit, in pluribus globis, eam augebis, tum poteris ſupra orbes convexos, vel immobiles eam augere, in orbem ducendo ſpecillum, ita tamen ut cavitatis jam factæ limbus ſemper orbi convexo inſiſtat. Cætera quæ ad polituram pertinent ſunt ſimilia, niſi quod nonnunquam ut vitentur incommoda, nonnihil adhuc cavitas in limbo aperienda ſit ſupra majorem orbem, quam ſit is cujus figuram induit, ne deterantur fragmenta vitrea, & opus impediant

PROPOSITIO V.

Problema.

Meniſcum elaborare.

Eſt major difficultas, quam prima fronte appareat in elaboranda meniſco: nempe ut duo vertices ſibi exactè reſpondeant, quod tamen abſolutè neceſſarium eſt, ut aliquid boni præſtent: itaque rem peragerem. Ubi utcumque in orbem præciſa eſſet, inciperem à concavitate, & in centro quantum fieri poſſet cavitatem minorem perficerem, ſive machina priùs deſcripta, ſive quovis alio modo, & ut melius totum negotium ſuccederet, hoc eſt ne plus æquo excavaretur: Primò in charta deſcriberem arcum cavitatis, quam meniſco tribuendum ſuſcipio. Ponamus eſſe arcum ABC, cujus vertex B. Sit inchoanda cavitas in globo cujus diameter DB, ex centro D intervallo DB, deſcribo arcum EBF: perficerem cavitatem minori globo donec diameter cavitatis eſſet EF: ſic enim



dum major cavitas perficietur, & attigerit diametrum propoſitam AC ad umbilicum B pervenerit. Ubi perfecta fuerit cavitas, experior an ejus limbus æqualiter diſtet à circumferentia vitri: quod ſi alicubi vicinior eſt, præſcindo de novo totum vitreum ita ut cavitas ab ejus circumferentia æqualiter diſtet. Tum verto ſpecillum, ita ut concavitas cum orbiculo agglutinetur, & incipio limbum declivem in lance multùm concava perficere, qui limbus congruat cum alio limbo declivi, facto ad extremitates concavitatis: perfecto hujuſmodi limbo declivi jam partem convexam methodo ſupra tradita perficio.

Hujuſmodi meniſcos valde probo: cum enim ſit difficilè habere patinas, ſeu paropſides, majoris ſphæræ portiones ſaltem exactas, meniſci hoc habent, ut quæcumque paropſidis concavitas poſſit cujuſcumque longitudinis teleſcopium producere.

PROPOSITIO VI.

Problema.

Modus perfectior elaborandæ lentis objectivæ.

Quamvis methodus elaborandæ lentis objectivæ ſupra tradita, communiter ab artificibus uſurpetur, nec alia ab artificibus vulgaribus adhibeatur: fatendum tamen eſt in longioribus teleſcopiis ut plurimum deficere, ſive quia tantæ diametri paropſides exactas perficere, non vulgarem exigit induſtriam, ſive quia ipſemet laboris modus, nullo modo coërcitus, vagus, & non præciſus, accuratam in lentibus figuram non poteſt producere.

Aliam methodum proponit R. Pater Cherubinus Aurelianenſis, in his materiis, etiam practicè benè verſatus, quæ non ita exactam requirit patinam, ſed vulgariter tantum ſphæricam, cum ipſe labor ſphæricus ſit; ita ut ſe expertum aſſerat, ut paropſide plana, & nullo modo concava, lentem tamen convexam, majoris diametri perfecerit; quæ perfectionem habuit pluſquam mediocrem.

Fatebor ingenuè methodo communi, me nunquam potuiſſe lentem cujus focus eſſet 10 pedum, exactam perficere, licet uterer paropſide à Domino Deſervieres ſphærice excavata, ſummâ

quâ pollet in torno præcipuè adminiſtrando induſtriâ; cum enim Teleſcopium ab Euſtachio Divino elaboratum haberem, ablata lente objectivâ, & eâ ſubſtitutâ quam elaboraram, & quæ æqualis erat diametri, deprehendi meam cum Euſtachiana comparari non potuiſſe, quod modo laborandi tribuendum puto.

Supponitur ergo Paropſis longioris diametri, excavata methodo communi. Sit autem longitudo ſemidiametri concavitatis cognita; ponamus eſſe 10 pedum, aſſumatur cylindrus ligneus, aut ferreus 10 pedũ, in cujus uno extremo ſit apex acuminatus: in eodem extremo ſit ſegmentum globi convexi, è quo ſcilicet erumpat apex acuminatus, ſitque centrum ejus, & ex alia parte ipſe cylindrus, convexitas hujus ſegmenti globi ſit obverſa deorſum, hoc ſegmentum globi inſeritur annulo etiam concavo qui globum convexum excipiat. Hic annulus habeat anſas, ut funibus in ſublimi trabe annectatur.

Idem cylindrus inferiori parte habeat cavitatem ſecundum ejus longitudinem ductam, ut orbiculi lentem præferentis, cauda in eam cavitatem cum opus fuerit inſeratur, & clavicula ſpirali firmetur. In ſuperioribus ſeligitur centrum concavitatis paropſidis, horizontaliter ſupra menſam collocatæ, & in eo tota difficultas poſita eſt. Nempè ut centrum hoc directè reſpondeat, centro concavitatis paropſidis, & ut firmum ſit. Quare ſupra menſam erigi debent quatuor tigna quaſi columnæ. In quorum medio trabs inter tigna ſurſum & deorſum mobilis aptetur, ſit autem ſatis firma, & convenientis craſſitiei, poſſítque ad quamcúmque diſtantiam removeri: & ita firmari ut immobilis perſeveret. Hanc trabem pervadit foramen quadratum, in quod foramen inſeritur priſma quadrangulare centrum præferens, ſeu in baſi cavitatem habens, quæ pro centro aſſumitur. Debet autem poſſe hoc centrum nonnihil attolli, aut deprimi prout libuerit. Quod multis modis præſtari poteſt, & artificum induſtriæ relinquo. Ad id tamen maximè idoneæ videntur ſpiræ, ſeu helices.

His ita conſtitutis ubi centrum à menſa remotum fuerit ſecundum diſtantiam ſemidiametri paropſidis, perpendiculo, quæritur in menſa punctum perpendiculariter tali centro reſpondens, fiátque circulus æqualis paropſidi cui imponatur paropſis, ita ut quadret. Debet item paropſis eſſe horizontalis, quod amuſſi exquiſita examinandum eſt, & ne inter laborandum moveatur, pice præparatâ circumquáque firmetur, ut amplius loco moveri non poſſit. Tum centro illi ſuperiori ſeu cavitati inſerendum eſt acumen cylindri, & annulus concavus globum coërcens, ut cylindrus liberè pendeat, & à centro ejus apex non ſeparetur, funibus in ſuperioribus religatur firmiter; ponuntur potius funes, ut motum non impediant, tum inſerta in partem inferiorem cauda orbiculi lentem deferentis, demittitur nonnihil centrum donec lens tangat paropſidem, tum imponitur pulvis ſiliceus ſecundæ, aut tertiæ notæ, ſupponitur enim lens habere figuram, cum hic labor, ſit tantum ad correctionem adhibendus. Teritur autem lens eodem motu quo manu liberâ, perducitúrque ad lævorem inchoatum.

Politura eodem modo, vel ſupra chartam, corium, obſervatis ſcilicèt cautionibus iiſdem, atque hæc modò ſufficiant.

DIOPTRI

Digitized by Google

DIOPTRICES

LIBER TERTIUS.

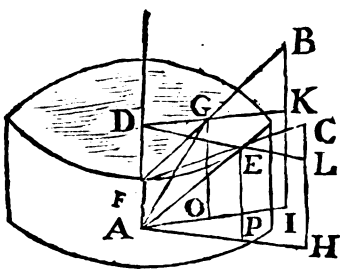
De loco imaginis, & refractionibus coloratis.

PROPOSITIO I.

Theorema.

Objectum in aquâ ab utróque oculo refractè ſpectatum videtur in catheto, aut non longè.

SIt objectum A, ab utroque oculo B, & C refractè in aquâ ſpectatum, ſitque ab objecto A, ad communem ſuperficiem aquæ, & aëris ducta perpendicularis AD. Dico objectum A apparitu-rum in perpendiculari AD, aut non longè.



Demonſtratio. Sit enim radius AE, qui refractus à perpendiculari perveniat ad oculum C, ita ut productus concurrat cum perpendiculari AD in puncto F. Concurret autem, cum enim (*per ſupp.* 1.1. *hujus*) ſuperficies refractionis AEC, ſit recta ad ſuperficiem communem aquæ & aëris, item ſuperficies refractionis AGB, ſit recta ad eandem, erit communis earum ſectio, perpendicularis AD (*per* 19.11.) igitur AD, eſt communis ſectio omnium ſuperficierum refractionis, ergo invenitur in omni tali ſuperficie; igitur radius EC, non poteſt non concurrere cum ea. Communiter autem cum objectum benè videre volumus, utrúmque oculum æqualiter diſtantem ab objecto tenemus; & quia uterque oculus eſt æqualiter elevatus ſupra planum horizontale, ſi fingatur planum horizontale per punctum A ductum, & ex B & C ducantur lineæ verticales, H, & I erunt lineæ BI, CH, æquales; item AI, AH æquales. Fiat in ſuperficie refractionis AGB angulus DAG æqualis angulo DAE, ducatúrque radius GB. Primò aſſero radium GB, eſſe radium refractum reſpondentem radio incidentiæ AG. Nam in ſuperficie aquæ ducantur lineæ GK, EL quæ (*per* 16.11.) parallelæ erunt lineis AH, AI; & cum lineæ IK, HL ſint æquales, eò quòd ſuperficies aquæ ſit horizontalis, erunt BK, CL æquales. Erunt item GK, EL æquales. Ductis enim lineis verticalibus GO, EP. Oſtendam triangula AGO, AEP eſſe omninò æqualia, & lineas AO, AP, & conſequenter OI, PH, ſeu GK, EL eſſe æquales. Quare (*per* 4.1.) triangula BGK, CEL ſunt omnino æqualia, & anguli BGK, CEL æquales. Sed angulus CEL eſt complementum anguli refracti reſpondentis angulo inclinationis AEP, ergo & BGK erit complementum anguli refracti reſpondentis angulo inclinationis AGO. Igitur radius GB eſt radius refractus: addo autem quod ſi producatur ulterius attinget perpendicularem AD in puncto F. Cum enim lineæ DK, DL ſupponantur æquales, item GK, EL, erunt lineæ DG, DE æquales: & in triangulis DGF, DEF, cum anguli in D recti ſint (*per* 4. *def.* 11.) item anguli DGF, DEF, æquales ſuis oppoſitis ad verticem, & lineæ DG, DE oſtenſæ ſint æquales, erunt baſes æquales nempè eadem DE, utríque triangulo reſpondebit (*per* 26.1.) quod erat demonſtrandum.

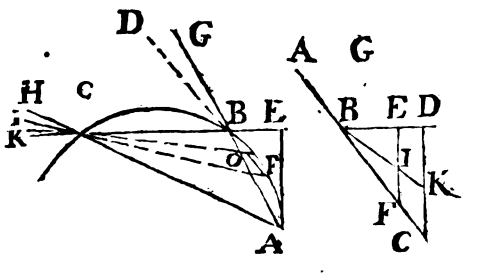
COROLLARIUM.

Si oculi non fuerint in eadem ſuperficie refractionis, & videatur objectum, unicum apparebit in linea perpendiculari, ducta ab objecto ad communem ſuperficiem utriúſque medii. Hoc eſt etiamſi unus oculus magis recederet ab objecto quam alius, modò non ſint in eadem ſuperficie refringente, ſi objectum videatur, unicum videbitur adhuc in perpendiculari. Nam oſtendimus quod radius uterque refractus attingat illam perpendicularem. Ideóque quia oculi ſunt in duabus ſuperficiebus refringentibus, & hæ duæ ſuperficies habent pro communi ſectione hanc lineam perpendicularem, radii refracti non poterunt concurrere niſi in illa perpendiculari. Ergo in eo concurſu videbitur objectum.

PROPOSITIO II.

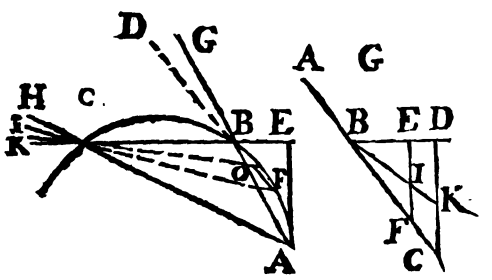
Theorema.

Si uterque oculus fuerit in eadem ſuperficie refringente, poterit fieri ut objectum appareat extra perpendicularem ductam ab ipſo ad communem utriuſque diaphani ſuperficiem.



Si objectum A quod ſpectetur ab utroque

oculo in eaden ſuperficie refringente poſito : intelligatur per punctum A duci quicumque circu-



lus ABC, ad quem ducatur tangens AE. Item per punctum E quodcumque, ducatur perpendicularis EBC. Intelligatur linea EBC eſſe communis ſectio diaphani denſioris, & ſuperficiei refractionis ita ut radius AB refringatur in D, producaturque radius D B, donec ſecet circulum in F. Ducantur radii FC, AC, eruntque (*per* 21.3. *Eucl.*) anguli ABF, ACF æquales & oppoſiti ad verticem D B G, I C H æquales erunt; angulus DBG eſt angulus refractionis radii AB; radius autem A C utpote magis inclinatus majorem habebit angulum refractionis; erit igitur angulus refractionis radii A B, major quam H C I. Sit igitur angulus H C K, producaturque radius K C, donec concurrat cum radio D F, nempè ſupra punctum F O; inſintque oculi in K, & D. Dico objectum A viſum iri extra perpendicularem A E.

Demonſtratio. Cum enim radius AB refringatur in BD, oculus in D poſitus, objectum A videbit eſſe in radio D B producto : item oculus K idem objectum videbit eſſe in radio K C producto; ergo uterque oculus ſimul objectum videbit in puncto O. Punctum autem O eſt intra circulum; ergo non poteſt eſſe in perpendiculari A E; ergo aliquando accidit objectum videri extra perpendicularem & eſſe viciniùs oculis, quod erat demonſtrandum. Unde vides hallucinatum eſſe Alhazenum dum aſſumit univerſaliter tanquam verum quod ſemper apparentia objecti refractè viſi ſit in catheto, ducta ab eo ad communem ſuperficiem diaphanorum.

COROLLARIUM I.

Ex hoc patet quod res viſa in medio denſiori ſemper videatur eſſe vicinior, quam communiter appareret, quod intelligendum eſt de medio plano; nam quotieſcumque ſunt aliæ ſuperficies aliter philoſophandum eſt.

COROLLARIUM II.

Ex hoc patet ſemper fieri aliquam deceptionem quoties objectum per unicam refractionem videtur. Experientia huic conſiderationi favet Si enim pendeat globus ex filo, & in aquam immergatur, cum fiat in prima aquæ ſuperficie aliqua reflexio, ſpectabitur reflexè filum exterius in ipſa aqua, & ſecundum leges reflexionis videbitur in chatheto ſeu perpendiculari. Sed filum quod in aqua videtur refractè, non congruit cum filo reflexè viſo; ergo non videtur præcisè in catheto licèt ab ea non digrediatur longius. Experientiam quilibet facere poterit.

PROPOSITIO III.

Theorema.

Baculus media parte ſui, in aëre, & aliâ in aqua exiſtens, ſi ſit ad ſuperficiem aquæ rectus, communiter apparebit rectus, licèt pars quæ in aqua eſt brevior appareat.

Sit baculus aliquis media ſui parte in aquam immerſus, dico eum tamen communiter rectum appariturum. Nam communiter oculos æqualiter ab objecto videndo diſtantes habemus, in tali autem caſu per primam quælibet pars objecti videtur in perpendiculari ad ſuperficiem aquæ ductâ; baculus autem ex ſuppoſitione perpendicularis eſt : igitur attollentur quidem apparenter partes inferiores baculi non tamen extra locum ipſius baculi, apparebunt. Ergo baculi partes intra aquam exiſtentes ſemper videbuntur conſtituere unam lineam cum partibus extra aquam poſitis : quia verò partes inferiores per primam apparenter attolluntur, apparebunt breviores ſeu minores quod erat ſecundum.

PROPOSITIO IV.

Theorema.

Baculus obliquè in aquam immerſus videtur non conſtituere unam rectam lineam cum parte extra aquam poſita.

Vide figuram præcedentem.

Sit baculus A B C, obliquè in aquam immerſus, dico partem B C ita videndam eſſe, ut videatur facere angulum cum parte anguli A B, ſint enim perpendiculares C D F E.

Demonſtratio. (*Per primam hujus*) punctum C videbitur per refractionem in perpendiculari C D verbi gratia in puncto K, ſicut F *in* puncto I; quare B C videbitur in B K, ſed B K non conſtituit unam lineam rectam cum A B, igitur baculus A B C videbitur fractus in puncto B.

COROLLARIUM.

In tali caſu pars B C minor videbitur per refractionem quam re vera ſit; nam B K minor eſt quam B C, cum quadratum lineæ B K æquale ſit quadrati B D, D K (*per* 47.1.) & quadratum lineæ B C æquale ſit quadratis B D, D C. Si tamen oculi eſſent circa punctum G, fieri poſſet ut linea B K, videretur ſub majori angulo quam linea BC, quare in tali caſu ſi nulla haberetur ratio diſtantiæ linea B K major appareret.

PROPO

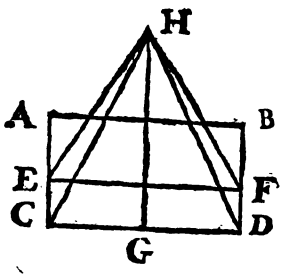
Digitized by Google

PROPOSITIO V.

Theorema.

Si objectum ſit parallelum ſuperficiei corporis refringentis & oculus fuerit in perpendiculari ducta à medio objecti ad ſuperficiem illius corporis, imago objecti major apparebit objecto & propior.

Sit ſuperficies diaphani denſioris A B ſitque



objectum C D illi ſuperficiei parallelum, ſitque oculus in perpendiculari G H ductâ à medio objecti G, ad ſuperficiem AB, dico objectum appariturum majus.

Demonſtratio. Punctum C apparebit in catheto nempè in C A, & in loco altiori quam C ponatur eſſe puncto E, pariter punctum D ſpectabitur in F; ergo apparentia objecti C D, erit E F, ſed E F ſpectatur ſub angulo E H F, majori; quam ſit C H D; ergo majus videbitur in tali diſpoſitione objectum per refractionem, quam directè videretur, quod erat demonſtrandum.

Quæ demonſtratio univerſalior fieri poſſet; ſi nempè non tantum oculus eſſet in ipſa perpendiculari linea, ſed etiam in plano ad lineam C D recto; quia in his caſibus ſemper linea EF, ſpectabitur major quam C D. Quare in omnibus ferè caſibus apparet objectum intra aquam immerſum paulò majus. Non perſequor omnes caſus, quia ut oſtendi principium quo nituntur non eſt ita inconcuſſum, ut aliquæ experientiæ non contradicant, quid verò in cæteris corporibus præcipuè ſphæricis accidat, ex aliis principiis ſatis ſuperque demonſtravimus.

SVPPOSITIO

Ad naturam refractionum coloratorum explicandam.

MATERIAM aggredimur difficillimam, ſaltem quamdiu in principiis phyſicis verſabimur, quæ quidem mathematicus intacta poſſet omittere, ſuppoſitiſque aliquibus experientiis, ulterius progredi, & ea tantum attingere, quæ ad ipſius objectum pertinent, nempè quæ ad pondus numerum & menſuram ſpectant. Quare ſuppoſito quod in aquæ gutta quâlibet, ex certo & determinato angulo ſpectata, certus iridis color appareat, facilè iridis, rotunditas, locus, & ſitus cæteraquè proprietates item coronarum etiam geometricè à Mathematico demonſtrantur; quia tamen etiam ex noſtris principiis multum lucis, huic philoſophiæ parti affundi poteſt, hanc veniam mihi concedi velim, ut liceat nonnihil philoſophum agere, & quid certi, quid incerti, quid probabilis in hac materia afferat philoſophia inveſtigare. Primò quidem hanc exiſtimo reſponſionem rejiciendam, ut invalidam & inſufficientem, quâ tantum in genere aſſerit ex varia lucis, & opaci mixtione varios colores oriri & nihil in particulari explicat, nec ullam ſaltem probabilem rationem in medium affert cur ſub tali determinato angulo is potiùs, quam alius color ſe ſe ſpectandum exhibeat. Neque ego hic me rationem convincentem & cui omnino poſſit mens acquieſcere allaturum in me recipio; tentaſſe tamen juvabit, & aliorum aut commenta, aut rationes examinandas proponere. Ne tamen in incertum fluctuemus ab experientiis certis & indubitatis exordiendum eſt: ideoque eas referam experientias quæ in quâlibet gutta aquæ aut in phiala aqua plena à quolibet fieri poſſunt.

Pater Franciſcus Maria Grimaldi in opere poſthumo de lumine, colorationes luminis, radiis diffractis tribuit. Vult ergo quoties radius ita aut coarctatur, aut reflectitur, ut non uniformiter diſpergatur, ſed quaſi cum violentia in partes non unitas abeat, totiès fieri colorationem. Quam diſperſionem aliter explicare non potui, niſi quod radius, qui uniformiter extendi & quaſi dilatari debuerat, plus ex una parte dilatetur, quam ex alia. Ideo trigonometriam adhibui ut experirer, an in omnibus colorationibus apparentibus, id ſemper eveniret, reſponditque calculus cogitatis. Hanc igitur diffractionem radii meo modo explicabo, & in ea ſitam eſſe colorationem apparentem oſtendam.

DIGRESSIO

DIGRESSIO I.

Phyſica.

Experientia varia circa colores apparentes.

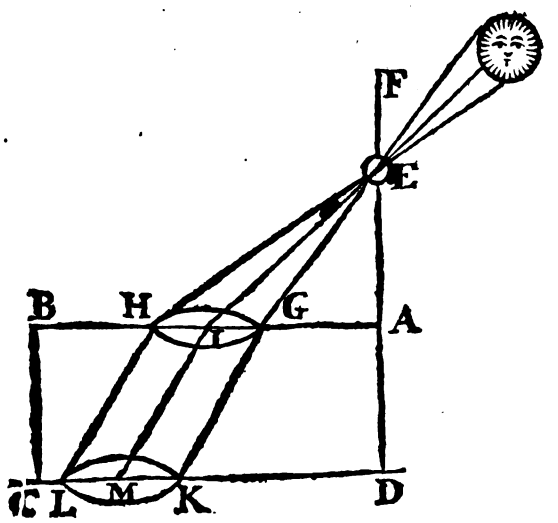
Antequam ea quæ ad refractiones coloratas pertinent mathematicè explicemus, aliquid de coloribus quos vocant communiter apparentes, dicere debemus : quod ut faciliùs conſtitui poſſit, variæ experientiæ recenſendæ ſunt, ut ex uniformitate quam inter ſe habent, cauſam colorationum conſtituamus.

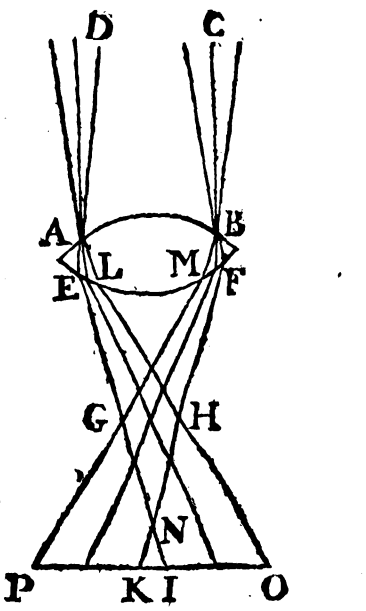
Prima. Exarentur in materia perlucida, ut auro, argento, cupro, ferro, variæ lineæ, ſed minutæ, ſeu ſulci conciſim impreſſi, qui ſoli exponantur, in iis colores animadvertes qui meliùs videbuntur, ſi in cubiculo undique clauſo, radium ſolarem per exiguum foramen tranſmiſſum, ſulcis hujuſmodi, termines, repercuſſumque ad latera corpore albo excipias ; apparebunt enim tractus colorati luminis, reſpondentes minutis ſignis in materia perlucida impreſſis, hi autem tractus ſuperveniente aliunde lumine obliterantur.

Ad hanc experientiam revocari poſſunt fila argentea, aut ex alio metallo à quibus reflexum lumen coloratur. Fila aranearum, & perſpicuitatem habentia ; plumæ in collo columbarum reflectunt pariter lumen coloratum, quamvis videatur eſſe alia ratio, nempè quod diverſi earumdem plumarum tractus coloribus variis infecti ſint. Si trans plumas valdè ſubtiles reſpicias, trans pectinis minutos dentes, trans arborum folia ſolem intuearis, radius ita diſtractus, & in minutas partes conciſus colores iridis exhibebit.

Secundum experimentum, exponatur ſoli vas ABCD, aquâ plenum, cujus fundum CD ſit coloris Albi, ut meliùs in eo colores appareant. Excitetur in vaſis latere lamina quæcumque AF, ſeu corpus opacum totam aquæ ſuperficiem AB inumbrans ; per foramen E tranſmittatur radius ſolaris, formans in ſuperficie aquæ ellypſin HG, & in fundo vaſis ellypſin LK, ad partes K apparebit color cæruleus, ad partes L color ſubrubeus, in lateralibus nullus color apparebit. Si pro foramine excitetur tantum corpus opacum AE, cujus radius ſolaris ſuperiorem marginem E perſtingat, in tali caſu quia punctum L ab omnibus radiis ſolaribus illuſtratur, & conſequenter non eſt amplius confinium lucis, & umbræ, ibi ceſſat coloratio rubea, manetque tantum ſicut priùs coloratio cærulea in puncto K. E contra verò, ſi apponatur tantum corpus opacum EF, cujus inferiorem marginem E radius ſolaris perſtringat ; in tali caſu, quia punctum K non eſt amplius confinium lucis, & umbræ, parte KD omninò illuminatâ ; ceſſat coloratio cærulea in puncto K, perſeverante colore rubeo in puncto L. Notandum eſt ergo quod ſi radii rectà procederent ſine ulla refractione, eundem ordinem ſervarent quem habebant ab initio ; quia tamen radius EH majorem habet inclinationem, quam radius EI, & majori inclinationi major reſpondet refractio, plus recedet radius refractus HL, à ſuo directo quam recedat radius IM, & quia incrementa refractionum non ſequuntur incrementa inclinationum, ſed majori inclinationi, majus multò incrementum refractionis reſpondet, refractio reſpondens radio HE, plus ſuperabit refractionem reſpondentem radio IE, quàm hæc ſuperet refractionem reſpondentem radio EG. Ex quo fit ut radii verſus partes L ſint confertiores, quam verſus partes K : ſequitur item quòd radii ſolares inæqualiter diſtrahantur, & quò magis obliquè incident, eò magis inæqualiter fiet hæc diſtractio. Unum tamen notandum eſt, quòd peculiari angulo tribui non poſſit coloratio unius ſpeciei : ſi enim ſol pauliſper deſcenderet, ita ut radius GE, occuparet locum radii IE, & IE locum radii HE, eſſet pariter color cæruleus in puncto K, & color rubeus in puncto L.

Tertium. Experimentum exponatur ſoli lens vitrea valdè convexa, hoc eſt quæ ſit magna pars ſuæ ſphæræ, meliùs ſuccederet ſi eſſet ſphæra integra ; in qua primò ſit pars AB detecta ſintque extremi radii ſolares, à centro ſolis ducti AD, BC, phyſicè paralleli propter magnam ſolis diſtantiam. Intelligantur à limbis ſolis procedere alii radii extremi phyſicè inter ſe paralleli ; qui deinde refringantur, uniantúrque non in eodem præcisè puncto, ſed in diverſis, & poſt interſectionem ulterius procedant : meliùs tamen res ſuccederet, ſi ſolum in punctis A & B aperiantur duo foramina, ut nempè excludantur alii radii confuſionem aliquam producentes, ſi tota pars AB ſit detecta ; ſolum in radiis EGI, FHK, erit coloratio ſubrubea, quæ in priori cono EGF,

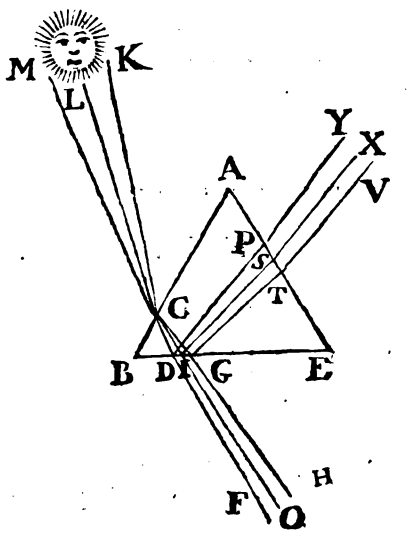




Digitized by Google

EGF; exterior erit; in posteriori cono KNI erit interior; in radiis verò LHO, MGP deberet esse coloratio cærulea, quæ interturbatur ab aliis radiis; quare si tegatur pars CD, relictis tantum foraminibus A, & B, in radiis L H O, M G P apparebit coloratio cœrulea. Immò si oculus applicetur quia oculus colligit in unum retinæ punctum radios physicè parallelos, si in radiis LHO, M G P applicetur oculus, videbitur coloratio cærulea.

Notandum præcipuè est radios EGI, FHK, magis constipari cum vicinis, quàm radios MGP, LHO; quod ex regulis refractionum jam supra assignatis facilè demonstrari potest. Non persequor alia minuta quæ ad rem non pertinent; ut si intercipiatur radius EG cessabit radiatio GL, & ita de cæteris.

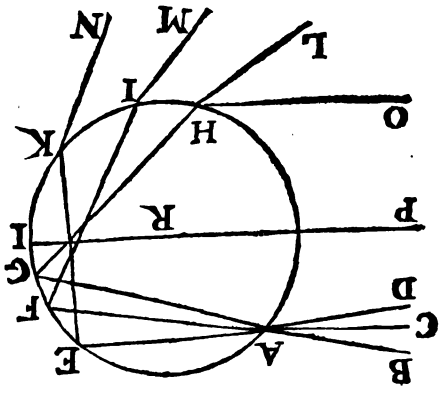


Quartum Experimentum desumetur ex trigono vitreo, seu crystallino; quod si soli exponatur secundùm faciem AB, in qua detectum sit foramen C, radii ejus post duplicem refractionem tàm in puncto C, quàm in facie D E, abibunt colorati; ita ut color rubeus sit in radio DF, & in radio G H sit color cæruleus; unde si tales radii excipiantur ad aliquod intervallum præsertim in loco obscuro, colores Iridis formabuntur.

Notandum autem est sicut in prioribus exemplis quia major est inclinatio radii KC, quàm LC, & hæc adhuc major, quàm radii MC, quia incrementa refractionum majora sunt, quàm incrementa inclinationum; plus accedent ad invicem radii CD, CI; quàm C I, C H. E contra verò, quia radius CG magis inclinatur, quam reliqui, majorem adhuc patietur refractionem, & quia refractio est à perpendiculari adhuc magis recedet radius GH, ab intermedio IO, quàm radius DF, invenitur ergo idem quod in superioribus exemplis. Non explico modò singillatim nonnulla accidentia scitu digna, quæ in hac experientia accidunt; hæc enim constituta semel ratione colorum apparentium, ex varia combinatione radiorum oriuntur, suntque considerationis mathematicæ; unde inferius in propositionibus explicabuntur. Restat tamen una aut altera consideratio, nempe quod radii CD, CI, CG, incurrentes in aëris superficiem BE, partim egrediuntur formantque colores Iridis, partim etiam reflectuntur, ita ut radius DP, eundem servet situm, & habitudinem ad radium sibi vicinum, quàm habebat ante reflexionem propter æqualitatem angulorum incidentiæ, & reflexionis. Unde quia ostendimus radium C D magis accedere, ad radium C I, quàm radius CI accedat, ad radium CG, pariter radius DP, magis accedet ad radium IS, quàm radius IS ad radium GT. Quia tamen inclinatio radii GT major est inclinatione reliquorum radiorum, ideo radius GT majorem multò patietur refractionem; & quia incrementa illarum majora sunt, incrementis inclinationum, plus ex eo capite accedet radius TV ad radium IS, quàm radius IS ad PY; quare corrigetur prior irregularitas ibique nulla fiet coloratio. Cum tamen in punctis P, S, T, partim reflectantur radii versus faciem AB; rursus radii hoc modo duplicem refractionem passi, & duplicem reflexionem, colorabuntur, propter rationes supra allatas.

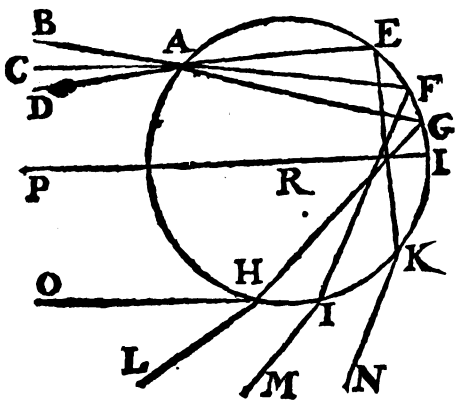
Secunda consideratio erit quod hæc coloratio præcisè non proveniat ex crassitie prismatis; nam poterat pro puncto C assumi quodlibet aliud punctum in superficie AB, & eadem semper facta fuisset coloratio, & quod mirum est non in anguli alicujus quantitate posita est, poterat enim magis & minus obliquari facies AB respectu solis, & quod mirum mihi semper visum est, si ita descenderet Sol ut radius KC occuparet locum radii LC, & hic locum radij MC, eadem tamen sequeretur coloratio, nempe radii duo superiores L C, KC, etiam in ea dispositione repræsentarent colorem rubeum. Immò si plures soles, aut alia objecta lucida disponantur, quorum alia aliis superiora sint, singula tamen, & eodem ordine colores iridis repræsentabunt. Pariter si solis pars LK tegatur, radius LC, qui intermedium colorem solitus erat exhibere, modò cœruleum exhibebit, atque hæc sufficiant, ad constituendam rationem colorum apparentium.

Experimentum quintum. Soli exponatur sphæra crystallina, aut vitrea, sed aqua plena, constituatur oculus in eo situ, in quo ductæ tàm à Sole, quam ab oculo lineæ rectæ, ad centrum ejusdem ampullæ angulum gradum circiter 45 comprehendant, in ea colores iridis apparebunt. Quod si totum radiorum progressum intueri velis, quære in superficie ampullæ locum per quem radius, qui tingitur, eamque ingreditur; sit



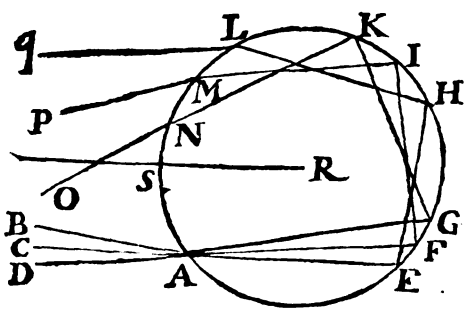
verbi gratiâ punctum A, in quod incidant tres radii solares BA, CA, DA, & quia radius DA magis est inclinatus, quàm reliqui; magis accedet ad radium AF, quàm radius AF accedat ad radium AG, unde erit arcus EF paulò major arcu FG.

pariter quia arcus AE minor eſt arcu AF, & hic minor arcu AG,& his ſunt æquales arcus EK,FI,



GH; erit radius EK magis inclinatus,quàm FI,& hic magis, quàm radius GH; unde multò major erit refractio radii KN, quam IM; unde conſtipabuntur radii verſus KN,apparebítque color rubeus, & vi radii HL color cæruleus. Hæc coloratio fit ſub angulo circiter graduum 45.ſive quia ſub aliis angulis, non poſſit fieri ut radii poſt duplicem refractionem, & unicam reflexionem, ad oculum perveniant ſive propter hanc inæqualem radiorum diſtractionem, quod infra ſuis locis ex pendemus.

Notandum item eſt quod non tantum radii per punctum A ingreſſi, colores iridis exhibeant, ſed alii omnes æquè diſtantes ab axe PR. Quare cogitare debemus,non tantùm radios HL,IM,KN;ſed alios innumeros in orbem circa axem PR,ſimiliter colorari,ita ut ſi per foramen æquale ampullæ ſolis radius tranſmittatur totam illuminans;egredietur corona colorata, quæ ſi excipiatur muro, vel charta mundâ, colores exhibebit, exteriùs flavum, ſeu rubeum, interiùs cæruleum, quia radii KN,IM conſtipatiores ſunt radiis IM, HL. Cùm autem dicimus colores apparere ſub radio circiter graduum 45, ita intelligendum eſt ut radii ultimi, ab ampulla ad oculum ducti, v.g. radius LH cum axe PR, aut linea OH, illi parallela angulum circiter graduum 45. comprehendat. In quo notandum eſt radium NK colorem rubeum exibentem paulò majorem angulum efficere, cum axe PR quam radium L H repræſentantem colorem cœruleum.



Experimentum ſextum Eadem ampulla vitrea ſoli exponatur; itáque moveatur oculus, donec lineæ ab oculo, & à Sole, ad centrum ampullæ ductæ angulum graduum circiter 54 comprehendant.Conſideretur totus radiorum progreſſus,ſintque radii ſubeuntes ampullam, BA,CA,DA,quorum BA, obliquior majorem patietur refractionem, ex quo ſicut priùs ſequitur, arcum EF eſſe paulò majorem arcu FG. Reflectatur item AE, in EH, & EH, in HL eritque radius HL, æqualiter inclinatus ac radius AE;item radius IM æqualiter inclinatus ac radius AF;quare inclinatio radii HL multò major eſt inclinatione radii IM, unde fit ut plus accedat radius refractus L q ad PM, quàm PM ad NO; erit ergo rubeus color in Lq, & cæruleus in NO,& quia ſi ducatur axis SR,majorem angulum comprehendet cum eo radius ON, quàm PM, & hic quam q L, inde fit ut in ſecundaria Iride color cæruleus ſit ſupremus, hoc eſt ſub majori angulo ſpectetur ut oſtendemus.

Notandum item eſt eoſdem radios, poſſe per duas refractiones ſine reflexione colores Iridis repræſentare, ut radii AE, AF, AG, egreſſi in aëre repræſentant colores Iridis, ſuntque proprij coronæ, radii EH, FI, GK, media ſui parte in aërem egreſſi, eoſdem colores repræſentant, pertinéntque ad Primariam Iridem. Denique radii HL, IM, KN, in aërem egreſſi exhibent colores Iridis ſecundariæ.

DIGRESSIO II.

Phyſica.

Quid ſint colores apparentes.

Ut aliquid probabile in hac materia dicatur; certum eſt ſine refractione poſſe nonnunquam lumen colorari. Oſtendimus enim in primo experimento, in materia lucida exaratas lineas, lumen coloratum reflectere; in quo experimento nulla eſt medii variatio; quæ ad refractionem requiritur. *Neque dicas corpora opaca* aliquid habere diaphaneitatis, ita ut lumen ab ipſis reflexum etiam ſecundùm aliquid ſui penetretur; ſed contra. Si hæ minutæ lineæ exarentur in prima vitri ſuperficie; radius qui ab ea reflectitur eoſdem colores efformabit; qui tamen dici *non* poteſt refractus ſi enim ſemel vitri ſuperficiem ſubeat, & in ea refractionem patiatur, ulteriùs procedet, nec ampliùs reflectetur.

Probatur item ex aliis experimentis. *Dum radius* inter arborum folia; aut minutos *pectinis* denticulos diſtractus variis coloribus *tingitur*, ibi nulla eſt refractio.

Certum eſt item nonnunquam per ſolam refractionem ſine ulla reflectioae colores apparentes generari.

Id jam oſtendimus in priſmate triangulari, in lente cryſtallina.

Denique lumen ſolare, in colores Iridis abit per refractionem ſimul & reflexionem, ut in ampulla vitrea

Dico ergo. Primò in lumine nullam qualitatem, aut aliam entitatem produci, dum colores, quos vocant apparentes exhibet. Nam illa entitas, determinatam haberet eſſentiam, & conſequenter certam quandam cauſam ſui productivam exigeret; nulla autem eſt aſſignabilis hujuſmodi cauſa cum eadem ſequatur coloratio, ſive per cryſtallum, ſive per aquam, ſive per vinum, aut alium liquorem ſolis radius tranſmittatur.

Secundò niſi radius ſolis,tali modo tranſmittatur,per medium in quo coloratur,nullus ſequetur color, immò lumen poſtquam coloratum eſt, ſi denuo ſimili modo tranſmittatur per aliud medium,

Digitized by Google

dium verbi gratiâ si lumen coloratum in triangulari prismate, alio prismate excipiatur perit coloratio; & ostendimus lumen quod semel in eo reflexum exit in aërem, amittere suam colorationem ex quo sequitur eam præcisè non habere quod crystallum pervadat, alioquin, quò majorem ejus partem pervaderet, eò magis coloraretur: quod tamen falsum est, cùm potius illam amittat.

Item, si dicatur à crystallo produci colorem in lumine, nulla nec probabilis ratio afferri poterit; quare nullus producatur, si utráque superficies fuerit parallela.

Neque etiam dicere potes cum R. Patre Nicolao Zuchio, in quolibet diaphano esse aliquam fuscedinem, quæ inæqualiter participata, & lumini admixta omnes colores efficiat. Sed contra quia ostendimus in prismate triangulari, sive pars ejus infima, quæ exilior est, pervadatur à lumine, sive pars superior quæ crassior similiter tamen radium colorati; immò radium qui priùs colorem medium exhibebat, si fiat extremus, eò quòd vicina pars solis tegatur, jam exhibere colorem rubeum, aut cæruleum. Addo & aliam experientiam; nempe quod lumen per prisma triangulare transmissum in parva distantia nullum colorem exhibeat; ergo non habet illum colorem, quem postea exhibet, ex mixtione illius fuscedinis, cum enim eam mixtionem postea non accipiat, vel tunc eam habet totam, vel nullam postea habebit.

Dico secundò. Ratio cur lumen abeat in colorem apparentem non est, aliqua determinata intensio. Probatur lumen sensim à supremo gradu intensionis languescit usque ad infimos gradus; neque tamen exurgit ullus color apparens experimur item nos posse colligere radios solares, vel lente vitrea, non multùm convexâ, vel speculo concavo parabolico, ex qua collectione intenditur lumen & calor, neque tamen propterea colorabitur. Adhibemus item plurimas faces lumine in nullos colores abeunte.

Secundò si radios, è lucerna qualibet, & face prodeuntes, è Sole, Lunâ, reflexè à quolibet objecto emissos, sereno, & nubilo cœlo in quibus casibus, non perseverat eadem luminis intensio; si inquam eos prismate triangulari excipias; iidem semper colores; & eodem ordine emicabunt; ergo ii annexi non sunt peculiari alicui luminis intensioni.

Dico tertiò. Ratio colorationis luminosis posita non est in inclinatione aliqua determinata radiorum inter se. Nonnulli existimant lumen transire in colorem apparentem, quia radii ad invicem angulantur, ut vocant seu inclinantur ad invicem, alio modo quàm exigant, nimirum cum naturalis luminis propagatio in orbem, seu sphæricè diffundatur, inde fit ut sensim radii divaricari debeant, & in ea divaricatione semper lumen purum appareat; cum verò radii assumunt aliam inclinationem hoc est sub tali determinato angulo, tunc colores diversos exhibent. Ostendo talem modum explicandi non congruere cum experientiis.

Radios à sole prodeuntes cum aliqua divaricatione, colligimus lente convexa, quæ modò non contineat magnam partem suæ sphæræ, nullum colorem dabit. Quod si existimes radios, non satis ad invicem inclinatos, antequam radii concurrant excipiantur alia lente convexâ, eandem illis inclinationem dabis quam habuissent, in lente valde convexa, in qua fuisset aliqua coloratio: attamen nulla sequitur: ergo præcisè ex tali inclinatione non sequitur coloratio. Idem dico de speculo concavo, vi cujus radiis tribuetur quæli be inclinatio.

Secundò lumen coloratum per prisma triangulare trajiciatur per lentem crystallinam, aut per myoptrum, seu specillum concavum, rursus eam assumet divaricationem, quam in naturali propagatione habere potest. Neque tamen amittet suum colorem; ergo luminis coloratio præcisè non oritur ex radiorum divaricatione.

Confirmatur si coloratio quæ fit dum lumen transit per vitrum coloratum, similis sit illi quæ fit dum generantur reliqui colores apparentes, certum est inquam in tali casu, si vitri superficies sint invicem parallelæ, non mutari radiorum habitudinem qui consequenter procedunt cum eadem inclinatione, quam habebant antequam in vitrum inciderent: ergo coloratio non oritur ex ea inclinatione.

Dico quartò. Probabiliter colorem apparentem nihil esse aliud, nisi inæqualem seu difformem luminis densitatem. Probatur. In omnibus allatis experimentis ostendimus, semper inveniri inæqualem seu difformem luminis densitatem; hoc est quod quicumque radii assumantur plus accedant ad invicem, quam alii sequentes, & il rursus magis quàm consequentes, ostendimus item si ad uniformem densitatem revocentur amitti omnem colorationem, & hoc in omnibus exemplis evenire, neque aliud excogitare possumus, quod omnibus exemplis conveniat; igitur in ea difformitate densitatis in radiis dicenda est posita apparens coloratio. Non pono autem colorationem præcisè in densitate aliqua, aut intensione, cum ostendam colores generari sub quacúmque luminis intensione; sed in difformitate aliqua, seu inæqualitate accessûs radiorum inter se. Hanc ergo veram existimo colorationem, & hoc in omni opinione, sive lumen dicatur accidens, modò ejus propagatio dicatur fieri per lineam rectam, sive dicatur esse substantia. Debet autem hæc difformitas esse notabilis, alioquin nihil sensibile sequetur.

Probatur secundò rejectione aliarum omnium modificationum. Quid enim aliud excogitari potest, non intensio ut ostendimus; non qualitas aliqua, non entitas alia adjuncta, deesset enim causa producens, ut jam ostendimus. Denique nihil aliud ex variis reflexionibus, & refractionibus oriri potest, nisi ordo aliquis in luminis propagatione, hunc autem ordinem peculiarem, nempe difformitatem densitatis in propagatione in omnibus exemplis invenio: ergo bene assero in eo positam esse rationem coloris apparentis, neque invenio quid alium dicatur præcipuè in opinione asserente lumen esse accidens.

Confirmatur, quia facilè poterit in ea etiam opinione dici, colorationem illam quæ fit, ex trajectione luminis per vitrum coloratum positam pariter esse in ea inæquali densitate; modò tamen materiam coloratam non intelligas æqualiter diffusam per totum vitrum, sed illi ita admixtam, ut dentur nonnullæ partes diaphanæ, nonnullæ item opacæ; licèt ita permixtæ, ut sensus inter eas distinguere non possit. Hoc enim posito, poterunt illæ partes opacæ, ita lumen ad partes detorquere per aliquam minutam reflexionem, ut fiat illa inæqualis luminis distributio. Immò posset probabiliter dici ex varia corporum inæqualitate (in qua colorem

permanentem positum esse nonnulli non sine probabilitate existimant) oriri hanc inæqualitatem densitatis, non quidem si comparentur radii sensibiles, seu in aliqua quantitate notabili sumpti; sed si eos mente dividamus in eas partes, quæ seorsim sumptæ non caderent sub sensum, sicut enim partes opacæ admixtæ diaphano minutissimæ sunt, ita etiam radii quos ita reflectunt, aut ad latera detorquent; ut ea sequatur inæqualitas densitatis sumi debent insensibiles.

Ex ea inæqualitate densitatis, sequitur aliqua radiorum quasi distractio, & interruptio, si non omnimoda, saltem partialis, & in ea interruptione probaliter posita est coloratio; cùm ergo diversimoda possit esse illa interruptio, diversi etiam generantur colores. Ratio principalis quæ id suadet erit, quod colores ut vocant apparentes, sint aliqua affectio ipsius luminis, nulla autem excogitari potest alia affectio quam ordo propagationis, variaque temperatura luminis minus, & magis densi; favet quòd eo modo explicare etiam possimus colores, quos permanentes dicunt. Nam colores apparentes & reales esse ejusdem naturæ facilè probatur, quod se invicem intendant, tam enim se invicem intendunt color realis, & apparens, quàm duo apparentes, aut duo colores reales; igitur realis & apparens ejusdem naturæ sunt participes. Pariter tàm facilè ex duobus diversis coloribus apparentibus, fit tertius color intermedius, quam si misceantur duo pigmenta; immò si colori permanenti superponatur color apparens, tertius enascetur; igitur dicendi sunt color apparens, & permanens esse ejusdem speciei, & naturæ. Quod tamen intelligendum est de colore in actu secundo (ut vocant) sumpto. Video enim in colore permanente, figuram minutissimarum partium posse esse causam colorationis in lumine, quæ causa permanens est, & semper perseverat; unde quodcumque lumen ad corpora appellit, reflectitur cum ea inæqualitate densitatis, quæ ad colores exhibendos necessaria est. In coloribus autem apparentibus, cum in certo tantùm situ, radius eam induat inæqualitatem, corpora autem & oculus facilè loco moveri possint, necessarium est ut ii colores non diu permaneant, unde apparentes tantùm dicuntur.

Hæc opinio suam habet probabilitatem, neque video quid aliud dici possit, si lumen in accidentium numerum referamus. Difficultatem tamen patitur maximam, in eo quòd non satis colores intermedios explicet. Nam cum umbra colorem nigrum exhibeat, & lumen colorem album, sicut quantumvis misceantur color niger & albus, non orietur unquam nisi subcinericius, magis, aut minus ad album vergens, prout plùs de uno aut altero participabit; nunquam autem ex ea mixtura generabitur color rubeus, aut cæruleus, ita etiam ex densitate, aut raritate radiorum lucis quantùmlibet & quomodolibet combinatorum nunquam orietur color rubeus, cœruleus aut viridis. Quod ut melius concipiatur sumantur fila alba, & si velis aliqua nigra, quæ ut fiat tela, aut pannus intertexantur quantumvis exquisito ordine, nunquam tamen pannum rubeum, aut cœruleum efformabis.

R. P. Honoratus Fabri, hanc colorum rationem tuetur, nempe ut colorem album dicat esse lumen minimè interruptum; sed æquabiliter diffusum, unde fit ut illa corpora dicantur alba in actu primo, quorum superficies minutissimis constant sphærulis, & horum exempla quamplurima refert, quæ etiam nos suis locis attulimus. Idque confirmat exemplo flammæ, quæ quò purior, minúsque fumis, aliisque est permixta corporibus, eò etiam magis alba est & candida; si verò fuligines admixtas habeat, fit aut rubea aut nigrescit. Colorem nigrum ponit vel in luminis carentia omnimoda, vel quod radii sint valde pauci, ita quæcumque sunt in umbra, respectu corporum illuminatorum nigrescunt, cavitates omnes nullum remittentes lumen nigræ apparent. Quæ lævigantur utplurimum in colorem nigrum abeunt; eò quòd deterantur sphærulæ quibus constabant, inducaturque lævigata superficies, quæ solare lumen non nisi in unam partem reflectat; carbo extinctus, atramentum ob striatas particulas nigrescunt, &c. Fateor ea quæ dicuntur de albedine, & nigredine probabilitatem maximam habere, quæ verò de sequentibus coloribus non tantam.

Asserit ergo rubeum colorem ab extremis æquè distare, alternasque continere interruptiones, ita ut alternatim radium habeat & umbram. Confirmat autem aliquibus experimentis: flamma fumo conjuncta, Sol per medias nebulas, carbo ob conjunctionem aliarum partium cum partibus accensis, rubescunt. Item qui ex magna luce *in cubiculum* clausum oculos convertunt aliquid rubei vident, eò quòd affectio retinæ aliquamdiu perduret. Adderem quod nix spectata trans velum sericum valde rarum videatur rubea.

Colorem flavum inter rubeum, & album constituit, unde geminos radios cum una interruptione illi assignat, sic pannus ex tenuissimis filis albis, & purpureis contextus flavus apparet. Cæruleus inter rubeum, & nigrum unum tantùm habet radium cum duabus interruptionibus; ex cæruleo & flavo fit viridis, qui duas interruptiones & unum radium habet dein unam interruptionem & duos radios. Alias combinationes non persequor.

Colores apparentes similem naturam habere opinatur, ita ut ex trajectione luminis per vitrum coloratum oriatur ea radiorum interruptio, quæ propria est coloris rubei; ex refractione & reflexione radiorum oriatur ea interruptionum, & radiorum combinatio quæ cæterorum colorum propria est.

Remanet tamen integra mea *instantia*, nempè quod ex filis nigris & albis nunquam fieri possit pannus rubeus, aut cæruleus, aut viridis: possint tamen ex luminis modificatione oriri tales colores. Forsitan responderi poterit, quòd filum nigrum non sit omnimoda interruptio, sitque potiùs minus lumen, & radius minus intensus, quàm privatio luminis; addo quod cum filum album ferè in omnem partem remittat lumen facilè misceatur cum minori illo lumine, quod à filis nigris remittitur, faciatque potiùs uniformem aliquam radiorum distributionem, quàm veram interruptionem. Hæc tamen ultima responsio non videtur posse subsistere, quia licèt in aëre id videatur evenire, non tamen in oculo, cujus crystallinus in eâdem parte retinæ, unit radios ad eandem partem objecti pertinentes: quæ responsio valere etiam debet pro radiis ex diversis objectis prodeuntibus, licet in medio se intersecent. Subsistit tamen prima responsio, & confirmari potest experientia in qua est vera interruptio,

Digitized by Google

terruptio, nempè quod ſi nivem reſpicias per velum nigrum, cujus textura ſit rara, videbitur color rubeus.

Secunda inſtantia validior eſt, quod in trigono vitreo non videatur ſequi ulla radiorum interruptio, niſi admittatur in corporibus diaphanis aliqua heterogeneitas, quæ tamen communiter non admittitur; quamvis enim ſi conſiderentur tres radii quicúmque æqualiter diſtantes ab invicem, ante geminam illam refractionem, notentur poſt refractionem inæqualiter diſtare: non video tamen quomodo ſequatur aliqua interruptio, deberet enim potius ſequi aliqua denſitas ſenſim imminuta, & decreſcens. Quod dixi in priſmate triangulari, intelligendum etiam eſt in reliquis exemplis. Contendo igitur etiam admiſſa illa interruptione, tanquam ratione formali diverſorum colorum, nunquam probatum iri in exemplis allatis producendum ullum colorem, niſi alia admittantur principia quàm communia, hoc eſt niſi aliqua concedatur in corporibus diaphanis heterogeneitas partium.

Hæc & alia multa dici poſſunt in contrarium.

Quare proponenda mihi videtur alia opinio, ut quilibet expendere poſſit quid ſit in ea probabilitatis, & quænam ex omnibus meliùs experimentis reſpondeat, ſolidiúſque difficultates ſolvat. Cenſent nonnulli lumen eſſe ſubſtantiam tenuem, & fluidam maximo impetu evibratam. Cùm ergo ſit capax motûs, utpote quæ per realem lationem ad oculum uſque deferatur, patiatúrque tam reflexionem, quam refractionem, videndum eſt utrum per diverſum ejus motum colorum diverſitatem explicare poſſimus. Certum eſt enim nullam aliam entitatem, à corporibus reflectentibus, aut refringentibus in lumine produci poſſe, entitatem (inquam) abſolutam, cum ea corpora non ſint illius productiva, nec eam contineant, hoc eſt nullam habeant proportionem cum tali effectu: præcipuè cum colores non generentur, niſi lumen certo, & determinato modo in ea corpora incidat; certus autem & determinatus incidendi modus, non videtur aptus eſſe niſi ad producendum certum & determinatum motum.

In eo igitur motu totam colorum eſſentiam poſitam eſſe exiſtimant, quod in ipſis difficile non videtur, poſitâ luminis naturâ fluidâ; cujus conſequenter partes, licèt ab invicem ſeparabiles, habent tamen aliquam inter ſe adhæſionem, ut experimur in aqua. Sicut ergo aqua ſine nova entitate ſuperaddita, per ſolam ventorum agitationem, aut illiſionem ad cautes, & ſaxa, quamvis inchoatum proſequatur iter in fluvio; non definit tamen varias figuras induere, ita ut aut in ſpumas albeſcat, aut diverſimodè fluctuet, immò varios nonnunquam colores, pro varietate criſpationum referat; multò magis in ſalientibus, dum varia ad os ſalientium foramina imponuntur, in diverſas conformatur figuras; ita ut nonnunquam in pluviam decidat, aliquando pavonis caudam imitetur, aliàs in ſolem configuretur, ſexcentáque ludicra referat. Ita volunt, ex refractione, aut reflexione corporum, propter varias eorum ſuperficies variam etiam criſpationem, vibrationem, & quaſi tremorem induci, in quo ſitam eſſe colorationem volunt; id autem commodi habet hæc opinio quod non ſolum apparentes, ſed etiam reales ita generari putet, & conformiter de utriſque loquatur.

Præcipua ratio quæ id ſuadeat, petitur primò ex rejectione aliarum opinionum, quæ aut non benè aſſignare poſſunt tantam colorum diverſitatem, aut non ſatis experientiis congruunt. Cum ergo nihil meliùs afferri poſſit, & per eam criſpatam vibrationem explicentur quæcúmque dici poſſunt, tam circa reales, quàm circa apparentes colores, benè hæc profertur, tanquam modificatio luminis neceſſaria ad colorationem.

Probatur autem Primò: lumen vibratur cum maximo impetu, appelliſque ad diverſa corpora, & diverſimodè configurata, ſed appellere non poteſt ad hujuſmodi corpora quin varios motus patiatur, ergo verè illos motus patitur; ſed res diverſimodè mota ad organum ſenſus delata diverſimodè illud afficit, præcipuè ſi diverſimodè configuretur. Ita aliter afficimur, dum pungimur ab aciculis, aliter dum rebus mollibus tangimur; ita auris aliter afficitur dum vibrationes aëris lentas excipit, aliter dum incitatiores, immò in vibrationibus Iſochronis diſtinguimus eas quæ à chorda, ab iis quæ à tibia, à campana, à tympano aliíſque quibuſcúmque corporibus producuntur, quamvis ea omnia ut fieri poteſt, concordent. Quod autem mirum eſt ſi afferantur mille homines in eodem tono loquentes, locutio ſeu ſonus cujuſlibet diverſus erit. Ita in noſtro caſu dicendum eſt; quare dum lumen reflectitur à corpore colorato, referet illius colorem, hoc eſt peculiarem criſpationem, ſeu tali minimarum partium figuræ reſpondentem; neque enim ſui deſunt in opacis pori, per quos aliquatenus admiſſum lumen cogatur reverti, non ſine nova agitatione, præcipuè dum urgetur ab alio ſuperveniente lumine. Quod valdè credibile redditur. Exemplo agitationis quam patitur aqua, dum per anguſtos anfractus coacta, & illiſa, ad variè ſinuatas lingulas frangitur, vel ut diximus illiſus aër in muſicis inſtrumentis, in tot ſonos abit.

Quod ſi in corporum opacorum potulis cogitetur aliqua ſubſtantia, adhuc fluidior ipſo lumine, & quæ de ſe ſit propriè diaphana, hoc eſt fluidiſſima; hæc ſubſtantia ſi ſemper moveatur peculiari modo, hunc motum communicabit lumini, ſed hæc ſunt principia adhuc difficiliora.

Sic explicatur color corporum permanenter coloratorum.

Eodem modo explicatur coloratio luminis tranſmiſſi per corpus diaphanum coloratum, nam lumen eandem aſſumit vibrationem, & agitationem dum permeat corpus coloratum, ac ſi reflecteretur ſtatim, quia eodem ferè modò configurata ſunt ea corpora, atque adeo ſive parum tantum ingrediatur corpus aliquod, ſive totum pervadat juxta diſpoſitionem illorum corporum configuratur. Validior erit illa impreſſio, quæ redundabit in lumen, quoties penetrabit diaphanum coloratum, valdè craſſum, quàm ſi minùs profundum eſſet, quia ex repetitione ſimilis impreſſionis, ea ſit vehementior, unde color evadit magis ſatur. Hæc autem luminis vibratio benè ſequitur ex ejus interruptione, & diſcontinuatione quæ fieri non poteſt in corpore fluido, quin reſiſtendo diviſioni criſpationem patiatur, ex qua in aquâ, & aëre, generatur etiam ſonus. Et hæc benè conveniunt cum ea interruptione corporum quæ ex colore oritur. Nam eodem modo proportionaliter coloratur vitrum quo aqua: ſed aqua coloratur per admixtionem verbi gratiâ,

ligni Braſilienſis opaci cujus partes ſingulæ opacæ ſunt, haberque interruptionem aliquam, ergo & vitrum ſimiliter quare ex ea interruptione in partibus diaphanis, oritur & interruptio in lumine.

Probatur, item experimentis ſupra relatis, nempè quod lumen coloretur quoties diverſimodè, ſeu inæqualiter diſſipatur, ita ut ubi major eſt diſſipatio alius color appareat, alius ubi eſt minor: in hac autem diſſipatione formaliter color non poteſt conſiſtere, quia præcisè nihil aliud efficere poteſt hæc diſſipatio, niſi aut interruptionem aliquam, in qua ut oſtendimus conſiſtere non poteſt formalis coloratio, niſi fortè ſubcineritii coloris, aut aliqua minor, & major intenſio, niſi ponatur præterea ex ea diſſipatione inæquali ſequi poſſe nonnullam criſpationem, quæ benè cohæret cum ejus motu, & fluiditate. Confirmatur autem ex eò quòd ſi rurſus lumen contraria refractione reducatur ad ſuam æquabilitatem, nullus amplius appareat color, nihil autem perdere poteſt, niſi aliquid quod ſit connexum cum ejus locali ubicatione, & ſitu partium. Confirmatur item: coloratio quæ oritur, ex corpore permanenter colorato, perit ſi certa tribuatur lumini diſſipatio, aut unio; ſed hoc explicari non poteſt, niſi per novam aliam vibrationem, ergo in ea coloratio conſiſtit. Major probatur. Si in foramine feneſtræ cubiculi clauſi valdè globoſam lentem, aut ſphæram apponas quâ radios à corpore aliquo benè colorato, & illuſtri excipias, hi trajecti per lentem, & in chartam mundam incidentes, in aliqua diſtantia nihil niſi merum lumen oſtendent, in alia verò colorem exhibebunt, ergo hæc coloratio quam induunt radii, in reflexione à corpore permanenter colorato, poſita non eſt niſi in aliquo ſitu & diſpoſitione radiorum, in qua tamen præcisè non conſiſtit color, ſed in vibratione inde orta.

Denique quomodocumque res explicetur certum eſt in lumine aliquid eſſe, quod non erat antea, dum coloratur ſive permanenter, ſive ut vocant apparenter; non poteſt eſſe aliqua entitas abſoluta, & in multis certum eſt id quod lumini additur non poſſe non conſiſtere in ſitu partium, aut locali ejus diſtributione, aut ſaltem cum ea conjunctum eſſe: non poteſt eſſe præcisè ejus localis propagatio; propter rationes allatas, nihil poteſt excogitari quod habeat connexionem aliquam cum eo locali ordine, niſi motus aliquis & quaſi vibratio, ergo additur illi hæc vibratio.

Renatus Deſcartes in ſua dioptrica, alia nonnulla ſequitur principia licèt iſtis valde ſimilia; nam primò exiſtimat lumen propriè non eſſe corpus, ſed motum materiæ ætheriæ qui motus ſit concitatiſſimus, quo nempè quaſi alternis vicibus hæc materia à ſole recedat, expulſa nempè motu ſolis ſe tendentis, deinde ad ſolem quaſi accedat dum ſol ſe contrahit, ceſſetque lumen videri quoties in eo perit motus. Addit præter hunc motum rectum quo materia ætherea accedit ad ſolem, & ab eo recedit poſſe eidem materiæ addi motum volutationis circa proprium axem, atque in ea mixtione motus recti, & rotationis poſitam eſſe luminis colorationem. Conſiderat autem idem Deſcartes particulas materiæ æthereæ quaſi globoſas, hoc eſt, nullam inter eas unionem, quamvis non neget, unam ab alia comprimi poſſe. Dum ergo radius aliquis plurimis globulis conſtans, ita incidit in trigonum vitreum, ut ſequatur inæqualis diſſipatio; globuli materiæ æthereæ qui ſunt inter alios conſtituti inæqualiter à circumſtantibus comprimuntur, ex quo fit ut non amplius rectum tantum motum habeat, ſed addatur illis motus rotationis, globus enim ſi motu recto delatus, unâ ſui parte magis ſiſtatur, quàm alia incipit rotari, prout ergo hic motu rotationis admiſcetur motui recto, neque enim ceſſat propterea motus rectus & adhuc defertur ab aliis vicinis partibus & propellitur, ut motum ſuum rectum continuet) prout inquam globulus participat magis, & minus de motu recto aut rotationis, alium atque alium colorem. refert Sic rationem reddit quatuor colorationum quæ communiter in coloribus apparentibus cernuntur. Nam ex una parte in globulis rotatio ſuperat motum rectilineum, ſic exurgit color valdè vividus nempè rubeus; ubi minor eſt compreſſio, motus rectilineus ſuperat motum volutationis, ſic fit languidior color ſeu cæruleus; intermedii autem colores generantur ex varia mixtione eorum motuum. Suam opinionem non aliter probat Carteſius niſi quod ea poſita facilè explicentur ea omnia quæ coloribus tam permanentibus, quam apparentibus accidunt.

Multa contra hanc opinionem dici poſſent, nec video quid ſit in ea opinione condenſatio luminis, ſi ſe jam contingant particulæ luminis, neque cur in condenſatione ſimplici non ſiſtatur omnino motus circularis, nam ſi lumen quod apparenter coloratur trajiciatur per lentem convexam poterit condenſari, & fieri vividior, ex ea tamen condenſatione videtur impediri magis motus volutationis. Hanc opinionem tantum proponit Carteſius & non probat.

Contra totam hanc doctrinam multa in contrarium dici poſſunt, quæ perſtringam tantum; & primò contra eam partem in qua videtur conſtituiſſe colores etiam reales in ea luminis vibratione, ſeu criſpatione conſiſtere.

Primò quidem poſſunt fieri nonnullæ difficultates circa nomen coloris, & rei viſibilis, & ad quid terminetur viſio. Cum enim colores nihil ſint in ipſis objectis præter coordinationem porulorum, aut minutiſſimarum partium quantitatis, quæri poteſt quid præcisè ſit color, & quid propriè videatur. Reſpondeo viſionem propriè loquendo eſſe imaginem aliquam vitalem productam in oculo ab anima, determinatâ nempè per lumen in eo receptum, & illuminantem certam & determinatam partem retinæ, ſecundum figuram, ut plurimum ſimilem alicui corpori extrinſeco, à quo ad oculum lumen profunditur aut ſaltem reflectitur ita ut ſi lumen in oculo certam diſpoſitionem partium ei ſimilem, quæ ineſt partibus luminoſi, dicatur luminoſum videri, ſive facta ſit aliqua reflexio, ſive nulla. Si verò lumen quo ad figuram non ſervet ampliùs eum ordinem qui requiritur ut poſſit vi illius judicium ferri, de diſpoſitione partium luminoſi; ſed tantum de diſpoſitione corporis reflectentis; tunc dicitur videri corpus reflectens. Quod pertinet ad colores aliquid poteſt videri cum peregrinis coloribus, hoc eſt quamvis vi illius illuminationis quæ ineſt oculo, poſſit judicium ferti de luminoſo. Alia tamen poteſt eſſe luminis modificatio, quam quæ naturaliter ſequitur ex tali luminoſo; dicetur

Digitized by Google

dicetur videri luminosum. Ita si benè perpendamus, ut per trigonum solem videmus,& in singulis guttis rotidæ nubis,solis imago apparet & propriè sol erit illius objectum. Idem dicendum dum per trigonum spectantur ædificia,arbores & quælibet alia objecta, quare in omnibus his debent potius objecta, quam ipsum lumen dici videri, quia potius de objectis quam de lumine fertur judicium, ita loquendum puto licèt non arguam eos qui aliter locuti fuerint: in his enim non est difficultas solida physica sed tantum metaphysica & de modo loquendi.

Dices improbabile esse quod cum in corporibus permanenter coloratis idem semper videatur color sive sub majori sive sub minori lumine spectentur, quod inquam color, non sit aliquid in ipsis fixum & stabile.Nam lumen modò,intensum, modò volunt remissum, hoc est ut maximo impetu delatum, etiam ab eodem corpore remissum, aliam vibrationem pati deberet, quam cum minori impetu ad tale corpus appellit, experientiâ tamen constat semper eundem colorem videri, sub quocumque lumine.

Respondeo Primò in coloribus apparentibus per trigonum eandem difficultatem fieri posse, nam experientiâ constat sub quocumque lumine, sive remisso, sive intenso, eosdem in trigono colores spectari; nihilominus certum est, omnesque fatentur in trigono colores nihil esse, nisi aptitudinem aliquam, ad tali & tali modò ordinandos luminis radios. Secundò falsum est quod iidem omnino colores appareant in majori & minori lumine, nam etiam pictores dum aliquid illuminatum exhibere debent, aliis utuntur pigmentis quàm uterentur si idem objectum in umbra exhiberent: immò dum per lentem vitream in cubiculi clausi fenestra positam, transmittuntur species visibiles ut vocant, notatur in charta alius color objecti illuminati, alius ejusdem objecti in umbra existentis, licèt maneant in eadem specie, viridis, vel rubei.

Objicitur tertiò. Vibratio luminis in qua colorem consistere dicimus non est aliquid sensu perceptibile, sed color est aliquid sensu perceptibile, ergo ea non est color.

Major probatur quia hæc vibratio ita minuta, est ut fugiat omnem sensum. Resp. vibrationem illam esse perceptibilem à sensu non tamen cum ea distinctione, qua distingant unum ejus motum ab alio, hoc est itum ejus à reditu, immò in vibrationibus communibus quæ fiunt in chordis minutioribus oculus eas non distinguit, sensus tamen judicium feret, & distinguet inter unam vibrationem & aliam, hoc est inter unum colorem & alium; satius tamen est vibrationem illam non vocare colorem hoc est colorem in actu primo, qui communiter est in objecto, estque dispositio illa pororum & partium,ad reflectandum tali modo lumen idonea An verò debeant dici tales etiam colores esse in trigono, respondeo non debere dici, eò quòd non ex omni parte, & sub omni angulo lumen eò modò remittat quò requiritur, ut dicatur talis color; denominatio autem sumitur ex potiori parte. Cùm ergo ex una tantum parte eam in lumine modificationem producat, quæ propria est talis coloris, non propterea debet dici inesse trigono talis color.

Quomodo dicendum sit in sacrosancto Eucharistiæ Sacramento,nempè an color remaneat. Respondeo facilè manere eandem texturam quantitatis quæ erat antea, in qua colorem in actu primo consistere diximus, nam si lumen sit corpus, illi resistitur per quantitatem, neque in eo video difficultatem nisi in modo loquendi: intelligo in illa opinione quæ reliqua accidentia admittit.Nam qui omnes qualitates negaret maximam in explicando Eucharistiæ Sacramento pateretur difficultatem. Ideóque jure reprehenduntur Cartesiana figmenta, quod cum sacrosancto Eucharistiæ sacramento non congruant.

Cum matheses nostræ ab opinionibus philosophicis sint independentes,eas tantum retuli ut melius quæ sum dicturus intelligantur, quam quisque voluerit sequatur parum interest ad institutum meum.

PROPOSITIO I.

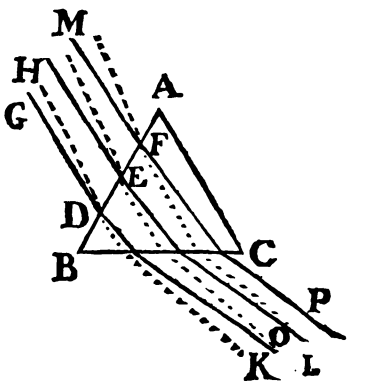
Theorema.

In prismate triangulari,ad magnam distantiam,vividiores apparent colores, quàm ad parvam.

Postquàm ea delibavimus quæ ad physicam rationem colorum apparentium pertinent, æquum est, ut ad materiam nostram procedamus, & quæ sunt nostri juris prosequamur. Explicabimus igitur hoc & sequentibus propositionibus varia quæ his coloribus accidunt, tam circa eorum figuram, quàm circa alias circumstantias.

Primò ergo sit hæc proprietas explicanda:unde eveniat, ut si lumen solare trajectum per triangulare prisma excipias in charta ad parvam distãtiam, non erit coloratum, nisi in extremitatibus in spatiis verò intermediis aut nullus, aut modicus color apparebit, si verò eandem chartam à trigono removeas, colores meliùs emicabunt.

Suppono id quod jam supra explicui, radios solares, sumamus extremos, seu qui ab utroque solis limbo procedunt, (possunt autem cogitari intermedii) intersecari in singulis prismatis punctis, & post duplicem refractionem, ita colora-



ri, ut superioris limbi radius verbi gratiâ HD colorem referat rubeum; qui à limbo inferiore ut GD, cæruleum. Pono dispositionem trigoni qualem in figurâ inspicere potes. Ostendimus item alios radios procedentes ab eodem limbo superiore invicem parallelos esse propter maximam solis,à terra distantiam;& consequenter æquales pati refractiones & eodem modo colorari, idem dicendum de radiis inferioris limbi qui omnes cæruleo colore fulgent. In parva autem distantia radii intermedii miscentur, ut in puncto L, unde in eo puncto erit permixtio radiorum pertinentiùm ad omnes colores, necessarium autem est ut sequatur confusio nullusque color appareat. In majori verò distantia, radii se extricant pertinentesque

Digitized by Google

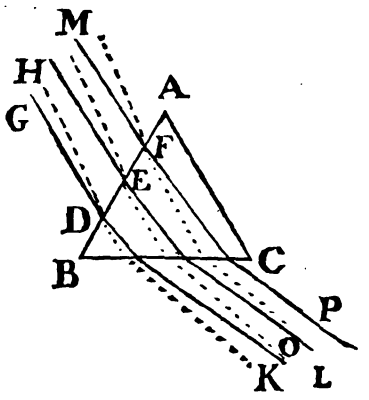
que ad eundem colorem procedunt paralleli poſſuntque obtinere ſaltem ſpatium æquale faciei trigoni. Nam ſi in figura producerentur omnes radii, videres omnes lineas plenas, ſe expedire à radiis per punctum delineatis, & quò longius diſceſeris, eò plures ſe extricabunt.

PROPOSITIO II.

Theorema.

Si partem faciei priſmatis vitrei tegas corpore opaco in longum porrecto, in parva diſtantia repetetur bis, aut ter idem ordo colorum, in magna unicus erit ordo.

In eodem priſmate triangulari ſupponatur tegi punctum E, reliquáque puncta ipſi reſpondentia, ſecundùm lineam rectam extenſam in longitudinem priſmatis. Ceſſabunt radii EO, EL, qui miſcebantur cum radiis F O, D L, eóſque con-



fundebant; quare radius DK, extremus qui nunquam confuſus eſt repræſentabit colorem rubeum; radius DL, qui incipit per hujuſmodi interceptionem radii EL eſſe diſtinctus, & impermixtus cum aliis, & colorem cæruleum ſibi proprium exhibebit, idem dicito de radio F O, qui antequam interciperetur radius EO, cum eo confundebatur.

Ad magnam tamen diſtantiam id non evenit, Nam radii omnes paralleli, ab aliis ſe extricant ad magnam diſtantiam, erúntque radii E P, EO, DL contigui, ſicut pariter radii FO, EL, DK contigui erunt, & ſeparati ab aliis. Quare ſi tegatur punctum E, ceſſabit quidem in aggregato radiorum pertinentium ad colorem rubeum, radius unus; & pariter in aggregato radiorum cæruleorum alius radius; neque tamen aggregata ipſa locum, aut ordinem mutabunt. Igitur ſi tegatur pars faciei alicujus priſmatis triangularis, vittâ aliqua ſecundùm ejus longitudinem extenſa in parva diſtantia, fient plurimi colorum ordines, in magna verò unicus erit ordo. Quod erat demonſtrandum, & colores dilutiores erunt, & conſonat experientia.

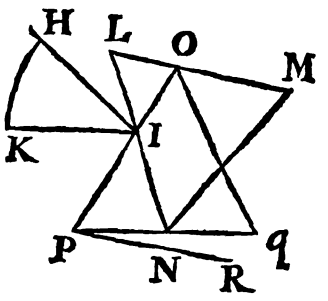
PROPOSITIO III.

Theorema.

Generantur per priſma triangulare colores apparentes, non ſecundùm aliquam inclinationem conſiſtentem in aliquo gradu, ſed in maxima etiam latitudine.

Exponatur Soli priſma triangulare O P q, ſitque Sol H, ita ut generentur colores apparentes: dico quod ſi Sol deſcendat pluribus gradibus, forè ut ſimiles colores appareant.

Primò quidem experientia id oſtendit. Obſervavi enim Sole ſupra horizontem elevato gradibus circiter 45. qualis eſt angulus H I K, ita ut radius ſolaris eſſet H I, trigono L M N ita diſpo-



ſito ut ejus unum latus M N eſſet parallelum horizonti; radium per N, cuſpidem inferiorem tranſmiſſum exhibere colores Iridis, & detorquendo trigonum, ita ut punctum L tranſeat in punctum O; & trigoni latus P q fiat ferè parallelum horizonti; notavi radium per cuſpidem P, tranſmiſſum ſeu eundem radium H I colorati. Videamus autem quam inclinationem habeat radius H I, cum latus LM ſit parallelum horizonti, hoc eſt lineæ K I, erunt anguli alterni M L I, L I K æquales; eſt autem angulus L graduum 60. angulus nempè trianguli æquianguli, ſeu tertia pars duorum rectorum, eſt ergo angulus KIL graduum 60. & cum angulus K I H eſſet 45. angulus H I L erit graduum 15. & complementum ejus 75 inclinatio. Notavi ſecundò eoſdem colores generari, latere P q ferè parallelo horizonti. Ponamus deficere *gradibus 10. ita ut PR, eſſet parallela* horizonti & angulus R P q 10 graduum, erit ergo angulus RPI graduum 70. cui alternus PIK, erit æqualis. Addatur angulus KIH graduum 45. erit ergo angulus P I H graduum 115. à quo ſi auferas gradus 90. erit inclinatio graduum 25. igitur ſecundum hanc experientiam ab inclinatione graduum 25. ad inclinationem graduum 75. apparebunt colores iridis. Quod intelligendum eſt circum circa, neque enim obſervatio fuit exacta; ſed tantùm quæ intenderet experiri an ſub determinato aliquo angulo ſolùm, apparerent colores. Animadverſum eſt autem eundem colorum *ordinem* in tota illa latitudine obſervari, *niſi* quod nonnunquam colores eſſent paulò *latiores*.

PROPOSITIO IV.

Theorema.

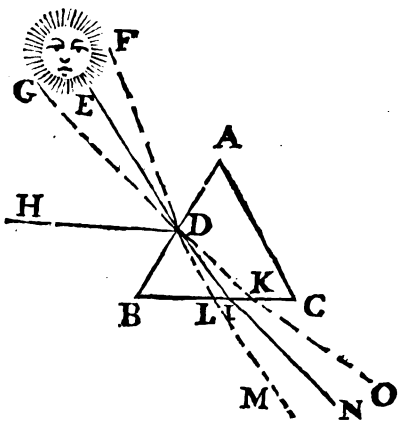
Quomodo ſe habeant radii tranſmiſſi per trigonum in variis inclinationibus.

Conſiderabimus in hac propoſitione radios extremos ſolis cum centrali. Sit ergo triangulum ABC, ſoli expoſitum ſitque radius ED centralis, & inclinatio H D E, graduum 30. cui ab aëre ad vitrum in tabulis refractionum reſpondet angulus refractus 19. 30. cujus complementum erit angulus BDI, nempè 70. 30. & quia angulus B eſt graduum 60 angulus DIB, reliquus ad duos rectos erit graduum 49. 30. cujus complementum 40. 30. erit inclinatio radii D I ad ſuperficiem BC.

Digitized by Google

BC. & quia angulorum refractorum ſinus ſe habent ut ſinus angulorum inclinationis (*per primam Dioptrices*,) ſi fiat invertendo quia proceditur à denſiori ad rarius, ut ſinus 19. 30. ad ſinum 30. ita ſinus 40. 30 ad ſinum 76. 36. illius complementum graduum 13. 24. erit angulus NIC nempè grad. 13. 24.

Simili methodo habebimus reliquos angulos nempè angulum MLC graduum 14.7.
angulum NIC graduum 13.24.
& angulum OKC graduum 12.38.
Eſt ergo differentia inter MLC, & NIC mi. 43.
Et inter angulos NIC, & OKC mi. 46.
Item angulus LDI eſt min. 9. cui ferè æqualis eſt angulus IDK. atque hæc dum inclinatio radii centralis erit graduum 30.



In quo vides obſervari id quod diximus ſupra. Nempè minùs diſpergi radium inferiorem qui rubeum colorem exhibet quam ſuperiorem.

Expendamus in aliis inclinationibus verbi gratia in ea in quâ radius medius ED inclinatur gradibus 40. radius FD. grad 40.15. & radius GD grad. 39.45. ſubductis calculis invenio angulum CKO eſſe gr. 31.25. angulum CIN graduum 21. 46. angulum MLC graduum 32. 5. unde differentia inter primum & ſecundum erit min. 21. differentia inter ſecundum & tertium ubi rubeus color erit min. 19.

In inclinationibus gr. 49.45. gr. 50. & gr. 50.15. ſubductis calculis invenio angulum OKC eſſe gr. 42.44. angulum NIC eſſe graduum 42.59. & angulum MLC eſſe grad. 43. 13. differentia primi à ſecundo ubi color cæruleus eſt min. 15. ſecundi à tertio ubi color rubeus min. 14.

Poſſem cæteras omnes inclinationes perſequi, mirum autem eſt quod tam modica inæqualitas inter divaricationes radiorum tam mirabilem effectum producat.

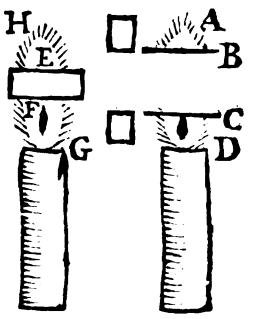
PROPOSITIO V.

Theorema.

Color determinatus non ſibi vendicat determinatum angulum.

In figura ſuperiori ſit color rubeus repræſentatus per radium LM, procedatque à ſolis margine ſuperiori: dico, talem colorem non ſibi vendicare angulum aliquem peculiarem, verbi gratia non determinari ad talem colorem per determinatam inclinationem. Ponatur enim radius FD, colorem rubeum generans inclinari ad ſuperficiem AB gradib. 40. 15. radius ED gradibus 40. & radius GD gradibus 39.45. dico ſi ita moveatur trigonum, ut radius FD colorem rubeum repræſentans inclinetur tantum grad. 39.45. habeatque eam inclinationem, quam priùs habebat radius cæruleum colorem producens, non deſinet colorari colore rubeo, alioquin non ſemper illa ſolis extremitas colorem rubeum repræſentaret, & quæ priùs apparebat cum rubeo colore, in eadem ferè diſpoſitione trigoni, tranſiret in cæruleum; ſed hoc eſt contra experientiam. Nam in omni caſu extremitas magis inclinata ad primam trigoni ſuperficiem repræſentat colorem rubeum, minus inclinata cæruleum. Ut quilibet experiri poteſt, & nos notavimus quod ſub illis omnibus inclinationibus indicatis ſupra propoſitione tertia. Idem colorum ordo obſervetur; quamvis ſucceſſivè idem radius, per motum trigoni per omnes inclinationes tranſeat.

Immò experti ſumus in face ſatis magna, per trigonum viſa, cujus facis ſuperior limbus rubeus erat, & inferior cæruleus; quòd tegendo partem illius ſuperiorem, non propterea deſinebat color rubeus ſed deſcendebat, ita ut in confinio ſeu extremitate ſuperiori partis detectæ, ſemper appareret color rubeus. Sit enim flamma candelæ AB, primò omnino detecta, erit in A, color rubeus, hoc eſt radius ex A procedens, & per trigonum



tranſmiſſus cum inclinatione requiſita, tranſit in colorem rubeum, inferior verò qui ex D in cæruleum; cæteri verò qui intermedii, apparebunt; in B & C. in B quidem flavus, in C viridis. Si tegatur pars AB, hoc eſt intercipiatur radius A; color rubeus deſcendet in B, & flavus deſeret partem B, & deſcendet, perſeverantibus coloribus cæruleo in puncto D, & viridi in C.

Si verò intercipiatur, & tegatur pars CD, color cæruleus aſcendet in C, & viridis ei ſuperponetur. Pariter ſi flamma GH ſit tota detecta, erit rubeus in H, & in G cæruleus. Dividatur per medium, ita ut tegatur illius pars EF, in F, erit color rubeus exinde deſcendẽdo flavus, in puncto E, apparebit color cæruleus quem ſequetur viridis, fiéntque duo colorum ordines: igitur radius quilibet cum eadem inclinatione, ad ſuperficiem trigoni poteſt modò unum, modò alium colorem repræſentare, ergo nullus ex coloribus apparentibus peculiarem ſibi angulum vendicat, quod erat demonſtrandum.

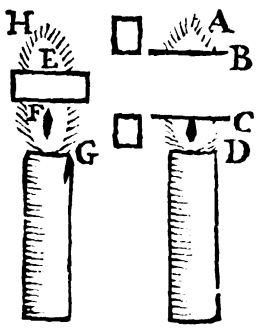
PROPOSITIO VI.

Thorema.

Quilibet radius determinatur à vicinis, ut potiùs unum colorem exhibeat, quam alium.

Conſideretur quilibet radius verbi gratia, radius

procedens ex B, dico eum radium determinari à vicinis ad hoc ut potiùs unum colorem, quàm alium exhibeat. Nam ut dicatur determinari à vicinis, ad hoc ut potiùs unum colorem repræsentet, quàm alium; nihil aliud requiritur nisi ut ex varia conjunctione vicinorum radiorum cum ipso, non coincidentium, modò unum, modò alium colorem exhibeat. Sed hoc accidere manifestè convincit superior experientia. Nam idem



radius B, qui detectâ totâ face flavus erat, si tegatur pars AB, ita ut in eo sit confinium lucis & umbræ & lux sit inferior, umbra superior exhibebit rubeum colorem; si verò pars BD tegatur, ita ut in B, sit confinium ejusdem lucis & umbræ, & umbra sit superior, dabit cæruleum, si tota ED non tegatur in eo erit color viridis. Ergo quilibet radius juvatur à vicino ad hoc ut unum colorem potiùs repræsentet quam alium. Pariter facis GH tegatur pars EF, dividatúrque obice EF in duo luminosa, exurgent duo colorum ordines, in H erit rubeus color, in E cæruleus & alii intermedii. Rursus in F erit color rubeus, & in G cæruleus, & quot erunt luminis interruptiones, tot erunt repetiti colorum ordines, quæ omnia experientiæ probant. Ergo præter eam inclinationem respectu trigoni, in quo radii inæqualiter disperguntur, radius quilibet à vicinis, juvatur & determinatur, ut hunc potiùs quam illum colorem repræsentet. Quod erat ostendendum.

COROLLARIUM.

Eo experimento facilè comprobatur, interruptionem aut separationem, non nihil violentam, à vicinis radiis posse aliquem colorem lumini tribuere, scilicet distractionem illam, in eo vibrationem & tremorem aliquem producere, ita ut alio modo vibretur lumen, dum ab uno tantum radio separatur, hoc est ab una tantum parte, quam si hinc inde à duobus circumstantibus sejungeretur. Cartesius item ex hac experientia aliquam suæ opinionis confirmationem habere potest. Nam cùm existimet colorem rubeum provenire, eò quòd cum radius inæqualiter à circumstantibus comprimatur, motum rotationis in quo colorem consistere existimat, acquirat; ex eo sequitur, quod radius, qui cum hinc inde aliis duobus ambiebatur colorem flavum referebat, cum unicum tantum tangit, multò velocius rotetur fiátque color rubeus. Habet tamen instantiam contrariam secundùm sua principia, quia in colore cæruleo idem accidit, cum tamen existimet colorem cæruleum consistere, in eo quod globulus luminis minimum habeat motum rotationis, hoc est in eo motus rectus superet motum rotationis, videretur tamen eam rationem minorem esse, dum utrimque aliis globulis tangitur quam si ex una tantum parte comprimatur. Atque hæc in utramque tantum partem dici possunt. In opinione communi existimante lumen esse qualitatem, vix invenire possum rationem cur radius qui tinctus est colore verbi gratiâ rubeo, si illi addatur alius vicinus qui in eodem cum ipso subjecto, non erit; sed tantum in vicino verbi gratiâ aëre jam incipiat alio colore fulgere. Si addantur ex una parte plurimi radii sitque extremus, ex illa parte denuo fiat rubeus, si ex alia parte plurimi addantur radii, fiátque extremus versus illam partem fiat cæruleus, fiet in utroque casu tam bene impermixtus cum aliis. Quare vix invenio ubi pedem figam, nisi dicatur ex conjunctione cum alio radio vicino, aliam exurgere interruptionem, quæ antea non erat. Fateor quidem inter hunc priorem radium, & alium de novo accedentem posse fieri aliquam interruptionem, sed non video, cur nova sit interruptio, in ipso radio jam præexistente, nisi dicatur dum nova luminosi pars detegitur; qui est modus novi radii adjungendi, mittat radios in omnem partem, (hoc est ex omnibus partibus educat lumen: quia in vitro semper fit aliqua reflexio, in partibus insensibilis, aliquid luminis accedere priori radio, ideoque novæ exurgant interruptiones. Quidquid tamen sit de his opinionibus quæ philosophicæ sunt, constat tamen propositio nostra mathematica radium quemlibet determinari à vicinis, ut colorem aliquem referat.

PROPOSITIO VII.

Objecta illustria satis magna non apparent colorata nisi in extremitatibus, aut in medio fiat aliqua umbra.

Sit aliquod objectum valde illustre satis magnum, verbi gratiâ murus uniformiter dealbatus, dico si tale objectum respicias trans trigonum vitreum, colores apparituros tantum in extremitatibus, & ubicumque erit umbra aliqua. Nam (*per primam hujus*) trajecto lumine per prisma triangulare, in parva distantia radii ad diversos colores pertinentes permixti sunt, solique extremi sejuncti sunt; igitur in medio color nullus, aut modicus apparere debet. Hæc ratio non convincit, immo videtur esse sophistica. Nã licet radii pertinentes ad diversos colores in medio permixti sint, eos tamen separat crystallinus, qui omnes parallelos, & pertinentes ad eandem subjecti partem unit in eadem parte retinæ. Unde non est eadem ratio colorum exceptorum in charta, & exceptorum in retina, eò quòd ante chartam, non apponatur lens crystallina quæ radios parallelos uniat. Quare ad alia principia necessariò debemus recurrere, nempe quod radii intermedii, à vicinis confertis & multis adjuventur; & quasi corroborentur ex quo fit, ut nullus color apparere possit. Unde dicendum est lumen tantum in umbram desinens posse habere eam aut distractionem, aut interruptionem, aut vibrationem quæ ad colores pertinet, unde si processus luminis sit à mera luce, & vivida ad umbram ex ea parte qua radii minus, & minus disperguntur, fit etiam processus à mera luce ad flavum, & à flavo ad rubeum; si vero

processus

Digitized by Google

processus ille fiat à luce plena, ad umbram versus eam partem quâ radii magis, & magis disperguntur, fit etiam processus à luce candida ad viridem, purpureum, & cæruleum.

PROPOSITIO VIII.

Theorema.

Singuli ordines à luce pura, ad limbum sive rubeum, sive cæruleum non obtinent dimidiatum gradum.

Hæc propositio potiùs habetur experientiâ, quam aliqua ratione à priori, si enim quilibet spectet objectum in quo sit aliqua umbra, spectabit umbram illam colorari vel rubeo colore, vel cæruleo, videbit autem zonam illam coloratam, nempe à luce candida & pura, ad usque rubeum limitem non excedere minuta circiter viginti, hoc est sub angulo circiter 20 minutorum.

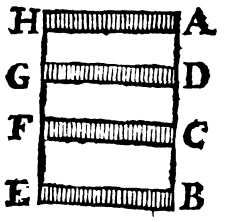
Si verò sit objectum illustre, hinc inde terminatum geminâ umbrâ, quod aspiciatur sub angulo semigradûs, aut ad summum quadraginta minutorum, illud inquam objectum à medio, in quo nonnihil lucis meræ, & puræ apparebit ad utrumque marginem, sive cæruleum, sive rubeum, vix obtinebit viginti minuta.

PROPOSITIO IX.

Theorema.

Si objectum illustre trans trigonum vitreum, spectatum variis umbris interrumpatur, color rubeus in singulis eandem partem obtinebit.

Sit objectum illustre verbi gratiâ cancelli AE, interrupti variis umbris GD, FC, quas efficiunt



regulæ ex quibus componuntur. Si sub AH, sit color rubeus, erit item color rubeus sub GD, & sub FC item rubeus; supra EB erit color cæruleus, supra CF, & GD. Pariter color cæruleus apparebit. Nam rectangulum AG, habet vicem unius objecti, in quo si radii superiores minus dispergantur, quam inferiores, in superiori parte erit robeus color, & supra GD cæruleus. Rectangulum item DF, habebit vicem alterius objecti, in quo pariter radii superiores minus dispergentur, quam inferiores: quare immediate infrà umbram GD erit color rubeus, & immediatè supra umbram CF, erit color cæruleus, idem dicito de alia parte BF. Si verò neque in GD, neque in FC, esset ulla interruptio, totum objectum AE, se haberet per modum unius objecti, & quia rubeus color semper est prope umbram, ex ea parte in qua radii minus disperguntur in AH tantum erit rubeus color. Pariter quia cæruleus color semper est prope umbram, ex ea parte in qua radii magis separantur, ab invicem in BE tantum erit color cæruleus. Unde qui colores iridis cum successu jucundo per trigonum videre cupit, is aspiciat objectum aliquod multis umbris interruptum.

PROPOSITIO X.

Theorema.

Radii colorati lente concava excepti dilatantur; lente polyoptra separantur, retinéntque suum colorem, lente verò convexa in ipso foco suum amittunt colorem, eúmque post focum recuperant.

Sint radii colorati, ex transmissione per prisma triangulare; hos primum excipe lente concava: dico fore ut dissipentur, seu dilatentur, suum tamen retineant colorem. Nam proprium est lentis concavæ, ut radios parallelos distrahat seu divaricet, divaricatos adhuc magis distrahat, & hoc uniformiter; ergo non magis miscebuntur radii, quàm antea miscebantur, eodemque modo inæqualiter ad se accedent, quare suum colorem conservabunt. Fient tamen dilutiores; quia quoties magnum spatium, non multo colore tingitur, colorem evadere dilutiorem necesse est.

Secundò excipiantur iidem radii colorati lente polyoptra, distrahentur, seu separabuntur, singulæ tamen partes suum colorem retinebunt. Quamvis enim dum deest, aut intercipitur unus radius, antequam coloretur, seu incidat in prisma triangulare; alius plerumque suum mutat colorem ut diximus, id tamen non accidit post colorationem semel susceptam: quam enim in ipso transitu per prisma etiam ex aliis vicinis impressionem habuit quilibet radius, hanc semper retinet. Verum quidem quod si conjungantur plures radii diversæ colorationis fit aliqua media, & sæpe nulla coloratio, post separationem tamen quilibet suam propriam conservat. Unde si lentem convexam apponas radiique uniantur, in ipso foco; nullus erit color propter mixtionem radiorum diversæ colorationis. At verò post separationem quilibet radius proprio colore fulgebit.

COROLLARIUM.

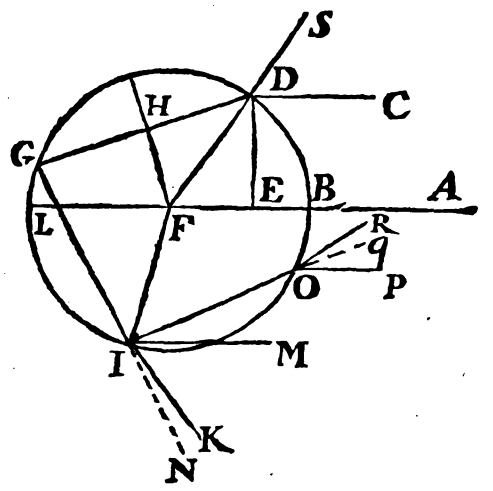
Ex hoc methodum habebis colorandi totum aliquem parietem, si enim plurima trigona, ita inter se coaptes ut eundem situm respectu solis obtineant, transmissosque radios excipias plurimis lentibus concavis inter se coaptatis paries ferè totus diversicolor apparebit. Si loco lentium concavarum, polyoptras substituas, totus paries variis quasi margaritis diversicoloribus interstinctus videbitur.

Atque hæc sunt quæ de trigono dici potuerunt, quæ si exactè demonstrata non sint, sufficient tamen ad intelligendum, quid fiat in trigono, & quomodo radii se habeant.

DE IRIDE.

Suppono primò, Experientiam ſupra relatam nempe quod in ampulla vitrea aqua plena colores Iridis appareant, circa angulum quadrageſimum primum, & hoc per duplicem refractionem & unicam reflexionem. Ita tamen ut radius qui pingitur colore cæruleo, productus ulteriùs, paulò minorem angulum, cum axe comprehendat quàm qui colorem rubeum exhibet. Idem proportione dicendum eſt per duplicem reflexionem circa angulum 52 aut 54½, colores Iridis apparent, ita ut radius qui cæruleum repræſentat productus paulò majorem angulum comprehendat cum axe, hoc eſt cum linea à Sole per centrum ampullæ ducta, quàm radius qui coloratur colore rubeo.

Tota difficultas quæ poteſt in hac materia fieri, in eo poſita eſt, ut aſſignemus aliquam rationem, propter quam potiùs ſub angulo graduum 45, quàm ſub aliquo alio colorentur radii ſolares per unicam reflexionem & duplicem refractionem. Carteſius exiſtimat, rationem eſſe, quod ex omnibus radiis, qui per duplicem refractionem & unicam reflexionem, ad noſtrum oculum pervenire poſſunt, qui ſub angulo graduum 45, ad nos perveniunt ſint confertiores, idque probat Trigonometricè. Quod ut præſtet quærit omnes angulos qui fieri poſſunt.



Proponatur ſphæra vitrea DGI, ſitque ejus axis AF radius ſcilicet à Sole per centrum ſphæræ ductus. Incidatque alius radius DC ipſi parallelus, hoc eſt à Sole ductus (parallelæ enim ſunt omnes lineæ à centro Solis ad diverſas terræ partes, ductæ; propter maximam Solis à terra diſtantiam) hunc radium magis, & minus removebimus, ab axe AF, ut experiamur varios caſus. Ita igitur removeatur ut linea DE, ſinus rectus arcûs DB, ſit partium 9000. qualium ſemidiameter eſt 10000. hoc eſt ſit arcus BD circiter graduum 64, 10. fiatque refractio in puncto D, qualis in aquâ contingit. Sitque radius DG refractus. Dividatur linea DG bifariàm in puncto H, ducaturque linea FH. Primò linea DE eſt ſinus anguli DFE, cui æqualis eſt angulus inclinationis SDC, lineæ enim DC, AF ſunt parallelæ. Item linea HF, eſt ſinus anguli refracti HDF, & HD eſt ſinus complementi ejus nempe anguli HFD. Eſt autem ratio anguli inclinationis ad ſinum anguli refracti in aqua, ut 4 ad 3 aut 25 ad 18. aut ut 250 ad 187. Fiat ergo ut 250 ad 187, ita 9000 ad HF, 6735. innoteſcéque angulus HDF grad. 42, 18, & HFD ejus complementum grad. 47, 42; & conſequenter totus arcus DG erit graduum 95, 24, cui æqualis erit arcus GI, propter æqualitatem angulorum incidentiæ & reflexionis: (ſit enim reflexio in puncto G ut ſupponimus) eritque angulus inclinationis GIF, æqualis angulo GDF. Tota autem circumferentia facilè innoteſcit additione arcus BD grad. 60, 10, & arcus 95, 24. bis ſumpti, erit ergo graduum 255, qui ſi aufferatur à circulo reſtabit arcus IB graduum 105. Quæratur angulus NIM, qui æqualis eſt angulo ALI, angulus autem BFI æqualis eſt duobus oppoſitis (*per* 32.1.) quare erit graduum 105. & angulus FIL, æqualis angulo refracto GDF, 42, 18; quare angulus NIM erit 64, 42, angulus inclinationis in puncto D erat 64, 10, angulus refractus FDG inventus eſt 42, 18, refractio erit circiter 22. Quando autem fit refractio à medio denſiori ad rarius, mutatur angulus refractus in angulum inclinationis, eademque eſt refractio quæ fuerat in caſu contrario; nempe dum fiebat tranſitus à rariori ad denſius. Quare in puncto I angulus refractionis NIK erit graduum 22. qui ſi ſubtrahatur ex angulo NIM jam cognito nempe 64, 42, reſtabit angulus KIM graduum 42, 42, qui quærebatur.

Hoc modo conſtituemus tabulam integram ſumendo lineam DE, modò majorem, modò minorem, per intervalla æqualia, & perſequendo omnes caſus, ut videamus in quibus caſibus ſint confertiores radii, quod unum quærebat Carteſius.

Quia autem non tantùm unica reflexione, ſed etiam duplici videntur colores, ideò ulteriùs *proſequi debemus radium GI, cujus aliqua pars* refringitur in IK, alia verò reflectitur in IO, eritque pariter arcus IO graduum 95, 24, propter æqualitatem angulorum, in reflexione facta in puncto I. Si ergo auferas ter 95.24. & arcum DB jam cognitum 64. 10. reſtabit arcus OB 9. 38. angulus inclinationis in tali caſu erit IOF, æqualis angulo HDF 42.18. huic etiam æqualis eſt angulus FIO, (*per* 5. 1.) item angulus GIF. Quare totus GIO, illius duplus erit 84. 36. invenimus autem angulum NIM grad. 62. 37. ſi ergo aggregatum ex angulis GIO, NIM, ſeu 143. 13. auferas ex duobus rectis, reſtabit angulus MIO, cui æqualis eſt qOP graduum 32. 49. refractio autem eſt ſemper eadem cum eadem ſit inclinatio, nempe 21. 59. eſt autem refractio angulus ROq, qui ſi addatur angulo qOP, fiet totus angulus ROP 54. 48. erit igitur 54. 48. unus ex angulis quos faciet cum axe aliquis radius pertingens ad oculum poſt duplicem refractionem & reflexionem.

Linea

Linea ED	Arcus DG Gr.	M.	Anguli KIM. Gr.	M.	Angulus ROP Gr.	Mi.
1000.	171.	25.	5.	40.	165.	45.
2000.	162.	48.	11.	19.	151.	29.
3000.	154.	4.	17.	56.	136.	8.
4000.	145.	10.	22.	30.	122.	4.
5000.	136.	4.	27.	52.	108.	12.
6000.	126.	40.	32.	56.	94.	44.
7000.	116.	51.	37.	26.	79.	25.
8000.	106.	30.	40.	44.	65.	45.
8100.	105.	25.	40.	58.	64.	37.
8200.	104.	20.	41.	10.	63.	10.
8300.	103.	14.	41.	20.	62.	64.
8400.	102.	9.	42.	26.	61.	43.
8500.	101.	2.	41.	30.	60.	32.
8600.	99.	56.	41.	30.	58.	26.
8700.	98.	48.	41.	28.	57.	20.
8800.	97.	40.	41.	22.	56.	18.
8900.	96.	32.	41.	12.	55.	20.
9000.	95.	22.	40.	57.	54.	25.
9100.	94.	12.	40.	36.	53.	36.
9200.	93.	2.	40.	4.	52.	58.
9300.	91.	51.	39.	26.	52.	25.
9400.	90.	38.	38.	38.	52.	0.
9500.	89.	26.	37.	32.	51.	54.
9600.	88.	12.	36.	6.	52.	6.
9700.	86.	58.	34.	12.	52.	46.
9800.	85.	43.	31.	31.	54.	12.

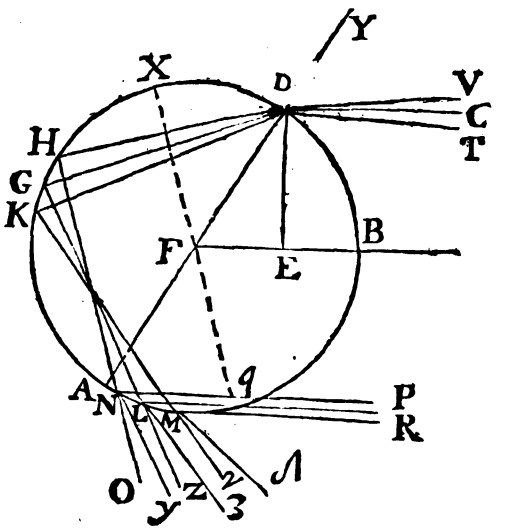
Simili methodo omnes casus persequemur, unde tabulam conficiemus, qualem hic subjeci. In qua notandum est, quod plures radii respondeant angulo circiter 41. in unica reflexione, & angulo circiter 54. in duplici reflexione quam quibuslibet aliis angulis; partes enim æquales lineæ ED, denotant radios solares incidentes æquales. Certum est autem quod circa numerum 8000. Non tam mutantur anguli, quam in aliis locis. Nam initio in singulas millenas partes lineæ E D, mutantur anguli quinque gradibus, postea verò in singulas millenas mutantur tribus. Circa numerum 8000. anguli primariæ Iridis non mutantur uno gradu, sed manent in quadragesimo, & quadragesimo primo gradu, In secundaria Iride circa numerum 9000. iidem anguli repræsentantur 52. 53.54. vult ergo Cartesius in primaria Iride circa angulum graduum 40.& 41. plures in oculum incurrere solares radios bis refractos, & semel reflexos, quàm circa quemcúmque alium angulum; atque ita corroborari tales radios. Hanc tamen rationem non esse solidam satis liquet, quia radii solares quantumlibet uniti lente convexa, aut speculo concavo, colores nullos exhibent. Unde alia nobis via tentanda est.

PROPOSITIO XI.

Theorema.

Radii solares inæqualiter dispergantur circa angulum gr.41. min.30.

Ex præsuppositis principiis circa trigonum facilè per Trigonometriam ostendemus circa angulum graduum 41. 30. pro primatia Iride radios solares inæqualiter distrahi, in quo supra volumus positam esse colorationem. Ostendemus autem primò circa angulum graduum 41.30. id accidere, ostensuri postea circa alios id non accide-

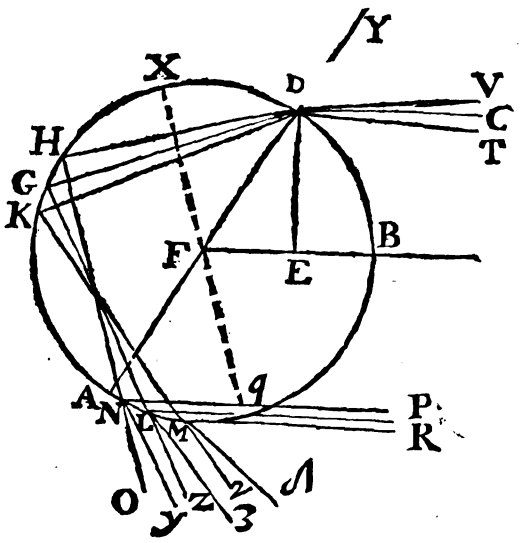


re. Ponamus ergo lineam DE esse partium 8500. qualium semidiameter est partium 10000. atque adeo arcum D B, seu angulum D F B, item angulum oppositum YDC esse graduum 58.12.46. est autem angulus YDC, angulus inclinationis radii, eò quòd linea FDY, sit perpendicularis ad superficiem sphæræ. Quia autem Solis semidiameter apparens est circiter min.15. cogitentur radii Solis extremi DT, DV, erúntque anguli inclinationis YDV grad.57.57.46. YET 58.27.46. fiat ut 250. ad 187. ita sinus singulorum angulorum inclinationis YDV, YDC, YDT ad angulos refractos sibi respondentes, invenientúrque anguli refracti ADK 39. 21.2. ADG 29.18.42. ADH 39.36.25. & quia anguli prædicti fiunt in circumferentia, erunt arcus A K 78.42.4. AG 78. 57.24. A H 79.12.50. & reliqui ad semicirculum, K D 101.17.56. G D 101.2.36. HD, 100. 47. 10. pariter ablato angulo refracto, ab angulo inclinationis habebitur refractio respondens radio DV graduum 18.36.44. refractio radii D C 18. 44.4. & radii DT 18.51.11.

Ut habeatur angulus quem comprehendit ultimus radius cum axe, aut linea illi parallela, verbi gratia ut habeatur primo angulus Y N P; quæri debet angulus ONP. Ex quo auferenda est refractio O N y, quæ æqualis est refractioni factæ in puncto C, mutato scilicèt angulo refracto in angulum inclinationis, ita enim res se habet quoties fit transitus à densiori ad rarius. Radius qui prius refractus erat, transit in radium inclinationis. Ut autem habeatur angulus ONP ducatur linea X q parallela lineæ H N; erúrque arcus qNHX semicirculus, & H X semidifferentia. Auferatur ergo

Digitized by Google

arcus HN, qui æqualis eſt arcui HD, ex ſemicirculo ut habeatur ſemidifferentia H X 39. 36. 25. quæ auferenda eſt ex arcu HD, graduum 100. 47. 10. relinquitur arcus XD 61. 10. 45. cui ſi addas arcum B D 58. 12. 46. erit arcus X B ſeu angulus X F B, aut H N P graduum 119. 23. 51. & reſiquus ad duos rectos erit ONq 60. 36. 9. ex quo ſi auferas refractionem 18. 51. 21. reſpondentem radio DT, habebis angulum Y N q graduum 41. 44. 48. Simili methodo invenies angulum β L P graduum 41. 29. 16. & angulum δ M R graduum 41. 13. 36.



Recedit ergo radius δ M à radio L β min. 15. 40. & radius y N, ab eodem radio medio L β recedit tantum min. 15. 32, quare inæqualiter recedunt radii qui ſi nulla refractio & reflexio interveniſſet æqualiter recedere debebant, quod erat demonſtrandum.

COROLLARIUM.

Ex præcedenti doctrina color rubeus erit in radio y N, & color cæruleus in radio δ M, quia plus divaricantur radii in δ M, quam in y N, quare ſub minori angulo apparet color cæruleus nempè ſub angulo 41. 13. color rubeus ſub majori nempe ſub angulo 41. 39.

Pariter ſi ponatur linea DE eſſe partium 9000. & conſequenter arcus D B graduum 64. 9. 40. ſubductis calculis invenietur angulus Y N q graduum 41. 3. 36. angulus β L P 40. 56. 32. & angulus δ M R, graduum 40 45. 0. Pariter plus recedit radius δ M, à radio β L nempè min. 11. 30. quam radius y N ab eodem β L recedat, recedit enim tantum minutis 11. ſi linea D E, ſit partium 8000. erunt ultimi radii ſeu anguli gr 40. min. 26. 40. & grad. 40. 45. 32. & graduum 41. 45. differentia inter 1. & 2. erit 18. 52. inter 2. & 3. gr. 18. 53.

PROPOSITIO XII.

Theorema.

Radii ſolares circa alios angulos præter circa angulum graduum 41. diſperguntur, æqualiter poſt unicam reflexionem, & duplicem refractionem.

Ut nihil deſit ad probationem explicationis noſtræ oſtendere debeo ſub aliis angulis radios ſolares poſt duplicem refractionem, & unicam reflexionem, in ſphæra aquea æqualiter diſpergi. Sic enim oſtendemus ſub aliis angulis nullam colorationem generari. Aſſumo autem duo exempla, primum erit in quo linea D E erit partium 7000. qualium ſemidiameter erit partium 10000. quare arcus D B, ſeu angulus Y D C erit graduum 44. 25. 45. cui reſpondet angulus refractus ADG 31. 34. 28. inclinationi YDV gr. 44. 10. 45. reſpondet angulus refractus A D K 31. 25. 15. denique inclin. YDT, grad. 44. 25. 45. reſpondet angulus refractus A D H 31. 43. 30. erúntque arcus KD 117. 9. 30. D G 116. 5. 4. H D 116. 23. 0. perfectáque tota operatione invenio angulum δMR, gr. 37. 3. βLP gr. 37. 26. & ang. Y N q gr. 37. 49. differentia utrobique minut. 23. quare radii æqualiter diſpergentur.

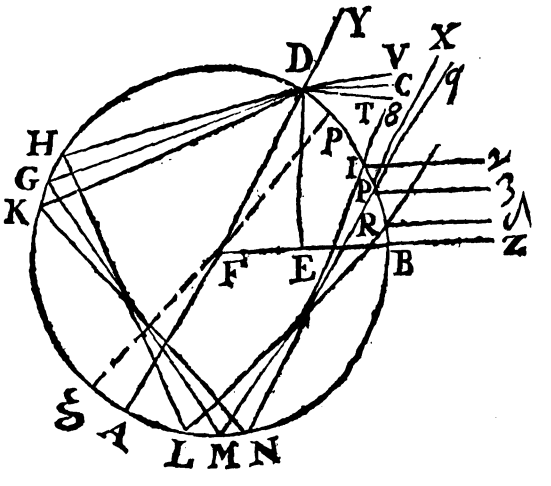
Secundum exemplum erit in quo linea DE erit partium 9500. angulus Y D C graduum 71. 49. ſubductis autem calculis invenio angulum δMR graduum 37. 26. 12. angulum βLP graduum 37. 36. 14. & angulum y N q grad. 37. 35. 14. differentia utrobique min. 5. quare ibi etiam æqualiter radii diſperguntur. Cui licuerit per otium fas erit aliis in angulis experiri & ubique æqualitatem inveniet, aut ſaltem non tantam differentiam qualem invenimus circa angulum 40. & 41.

PROPOSITIO XIII.

Theorema.

Poſt duplicem in ſphæra aquea refractionem & reflexionem, radius ſolaris circa angulum 54. diſpergitur inæqualiter circa reliquos æqualiter.

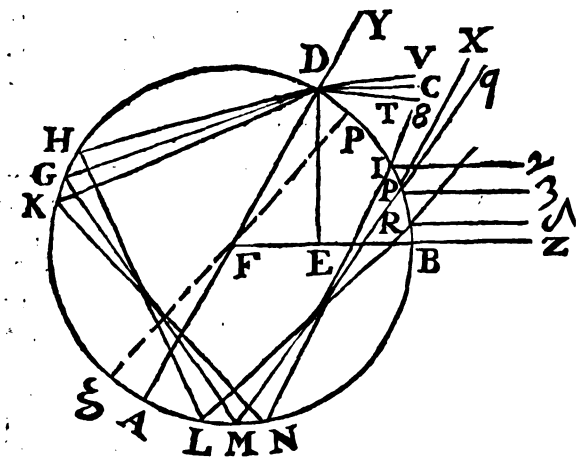
Pro Iride ſecundaria experiri debemus, an circa angulum aliquem radii ſolares inæqualiter diſpergantur, circa reliquos verò æqualiter. Methodus autem quærit angulum quem comprehendit cum axe, aut cum linea illi parallela, radius qui duplicem paſſus eſt refractionem, & reflexionem, ſecundùm diverſas inclinationes. Verbi gratia po-



natur inclinatio Y D C eſſe graduum 44. 25. 45. ut accidit dum linea DE eſt partium 7000. radius incidens C D, refringatur in DG, reflectatúrque in G M, atque iterum in M P, & refringatur in PX, quæritur angulus XPβ. qui ita innoteſcet. Si fiat ut 250. ad 187. ita ſinus anguli incidentiæ YDC, ad angulum refractum A D G, innoteſcet

angulus

ángulus ADG, qui cum ſit in circumferentia arcus AG, erit ejus duplus qui ſubductus à ſemicirculo relinquit arcum DG, arcus autem DG, tri-



plus erit circumferentiæ DGMP, cui ſi addas arcum DB jam cognitum, eo quod ſupponatur linea DE, cognita; habebitur tota circumferentia BDGMP, quæ ſi ſuperet circulum ablato circulo reſtabit arcus BP. Supponatur lineæ MP ducta parallela Fφ, erit arcus Pφ, ſemidifferentia arcûs MP à ſemicirculo ξBφ. Hic arcus Pφ additus arcui BP dat totum arcum Bφ, ſeu angulum φFB, cui æqualis eſt angulus qPβ, huic addatur refractio XPq, æqualis primæ refractioni factæ in puncto D, reſtabit angulus XPβ. Eâdem methodo habebis angulum θIγ, & angulum SRδ, atque ita invenio, ſupponendo lineam DE eſſe partium 7000. angulum majorem nempe θIγ graduum 80. 5. & 30. angulum XPβ. graduum 79. 24. 42. denique angulum SRδ graduum 78. 45. 30. unde differentia primi à ſecundo min. 40. 48. ſecundi à tertio 39. 12. hæc inæqualitas modica eſt. Faciléque ex neglectis tertiis provenire poteſt. Quare ibi nulla eſſe poteſt coloratio.

Si verò ponatur linea DE eſſe partium 8000. & conſequenter arcus BD. gr. 53. 7. 50. ſubductis calculis invenio angulum θIγ, gr. 66. 18. 40. angulum XPβ gr. 65. 44. 52. & angulum SRδ gr. 65. 11. 10. differentia primi à ſecundo. min. 33. 58. ſecundi à tertio min. 33. 42. ibi etiam erit æqualitas & nulla coloratio.

Ponatur linea DE eſſe partium 8500. arcus BD 58. 12. 46. erit angulus θIγ. gr. 60. 4. 20. angulus XPβ gr. 59. 33. 20. & angulus SRδ gr. 59. 2. 2. differentia primi à ſecundo 31. 0. ſecundi à tertio min. 31. 18. ibi quoque erit æqualitas.

Supponatur linea DE eſſe partium 9000. & arcus BE gr. 64. 9. 40. erit angulus θIγ. gr. 54. 53. 20. angus XPβ. gr. 54. 26. 52. & angulus SRD gr. 54. 4. 26.

Differentia primi à ſecundo min. 26. 28.

Differentia ſecundi à tertio min. 22. 26.

Plus ergo recedit à medio radius qui majorem angulum comprehendit, quàm qui minorem.

COROLLARIUM.

Color cæruleus ſub majori angulo, rubeus ſub minori.

Ponatur denique linea DE partium 9500. & arcus DB, graduum 71. 48. 35. in ea hypotheſi invenitur angulus θIγ. gr. 52. 12. 40. angulus XPβ. gr. 51. 57. 28. & angulus SRD gr. 51. 42. 34.

Differentia primi à ſecundo min. 15. 12.

Differentia ſecundi à tertio min. 14. 54.

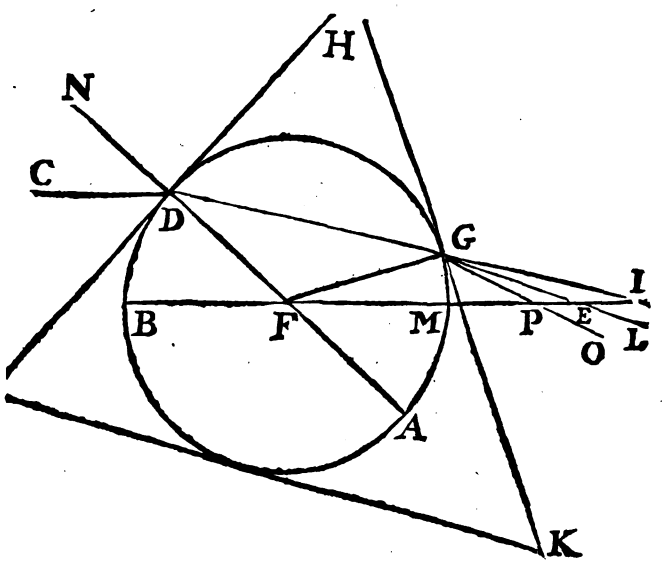
Quare in hoc exemplo erit æqualitas.

Solus angulus 54. aptus eſt ad ſecundariæ Iridis generationem.

PROPOSITIO XIV.

Theorema.

Radius ſolaris, poſt duplicem in gutta ſpherica refractionem ſine ulla reflexione, colores Iridis repræſentat circa angulum graduum 23.



Sit radius ſolaris CD, ita incidens in guttam ut arcus BD ſit graduum 41. 57. 30. factâ regula proportionali ut 250 ad 187. ita ſinus anguli gr. 41. 57. 30. ad quartum: habebitur angulus ADG præcisè graduum 30. Qui cum ſit ad circumferentiam erit arcus AG graduum 60. & DG graduum 120. ad lineas FD, FG ducantur perpendiculares DH, HG, quæ tangent circulum in punctis

ctis D, & G, perficiatur igitur triangulum circumſcriptum.

Demonſtratio. Radius incidens CD, eaſdem patitur refractiones in circumferentia DGA, ac pateretur in lineis tangentibus DH, HK, eò quòd in punctis D & G, circumferentia congruat cum tangentibus. Sed ſi eſſent lineæ tangentes ſeu ſuperficies trigoni, hic radius coloraretur, ut ſupra oſtendimus; ergo in hoc caſu radius etiam colorabitur. Ut autem inveniamus angulum LEI, quem radius coloratus cum axe comprehendit, diximus angulum ADG eſſe graduum 40. huic autem æqualis eſt angulus FGD, (*per* 5. 1.) hic angulus FGD reſpectu trianguli FGI eſt exterior, unde (*per* 32. 1.) erit æqualis duobus oppoſitis GFI, GIF; habebitur autem facilè angulus GFI, ſeu arcus GM. Cum enim arcus DG ſit graduum 120. arcus DB 41. 57. 30. erit totus arcus BEG 161. 57. 30. & arcus GM reliquus ad ſemicirculum gr. 18. 2. 30. quare angulus FIG erit 11. 57. 30. angulus item refractionis LGI, (qui æqualis angulo refractionis factæ in puncto D, cum angulus inclinationis FGD æquetur angulo refracto FDG.) facilè innoteſcit ſubducto angulo refracto FDG graduum 30 ex angulo inclinationis NDC 41. 57. 30. Quare totidem graduum erit angulus refractionis GDI; eſt ergo angulus GEM utrique æqualis (*per* 32. 1.) graduum 23. 55. & angulus LEI totidem graduum erit. Quod erat demonſtrandum.

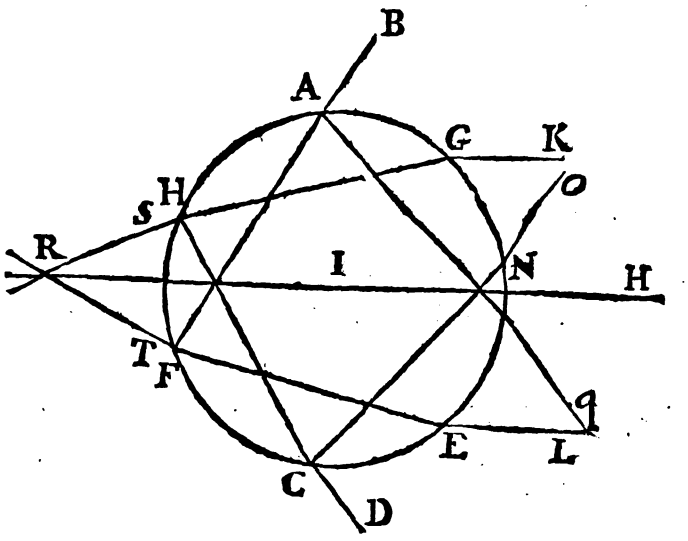
COROLLARIUM.

In guttâ ſphærica poſt duplicem refractionem ſine ulla reflexione, ſub majori angulo videtur color rubeus, quàm cæruleus. Vidimus enim in trigono ſub minori angulo comparativè ad ſuperficiem trigoni ſpectari colorem rubeum, quàm cæruleum. Sit ergo radius GL repræſentans colorem cæruleum, erit radius GO exhibens colorem rubeum, & comprehendens cum ſuperficie trigoni minorem angulum. Sed comparativè ad axem IM erit (*per* 26. 1.) angulus GPM. major angulo GEM, & conſequenter angulus OPI, major angulo LEI. Quod erat demonſtrandum.

PROPOSITIO XV.

Theorema.

Si gutta ſphærica ſole illuſtretur tres effundet ſuperficies conicas coloratas.



Sit ſphæra A, diaphana, vitrea, aut cryſtallina, ſolida, aut ſaltem aqua plena & illuſtrata. Dico fore ut tres conicæ ſuperficies contextæ ex radiis ſolaribus coloratis exeant, quarum duæ per reflexionem regredientur, verſus ſolem, unaque cum axe angulum comprehendet circiter graduum 41. ſecunda angulum 54. tertia denique in parte ſoli oppoſita, cum axe comprehendet angulum circiter graduum 23. Oſtendimus enim quoties radius aliquis poſt unicam reflexionem in gutta factam, & ab ea exiens cum axe, aut linea illi parallela angulum 41. graduum comprehendit, toties inquam generari colorationem, in qua color rubeus locum exteriorem obtinet, ſed ſi intelligatur conus, cujus ſuperficies AB, CD, omnes radii in ejus ſuperficiem cadentes ita ſe habent, volo enim radios AB, CD ſimiliter inclinari, ita ut producti comprehendant cum axe angulum grad. 45. volo item Solem eſſe in linea IH, ita ut radii incidentes ſint GK, LE, qui refracti in GH, EF, & reflexi in HC, & FA, iterum refringantur in AB, CD. Locus autem in quo exit talis radius ſeu arcus CM, erit graduum circiter 100. Eodem modo oſtendemus in NO, Pq, radios coloratos è gutta egredi, comprehendentes cum axe angulum gr. circiter 54. eſſeque arcus MN, MP circiter graduum 26. idem dicito in RST. Radii AB, CD primariam. Itidem producunt, radii NO, Pq ſecundariam. Radii, RS, TR, coronam, ut oſtendemus.

Hanc radiorum inæqualem diſtractionem excogitavit P. Grimaldi, non tamen eam examinavit rigoroſe, ut præſtiti præcedentibus propoſitionibus.

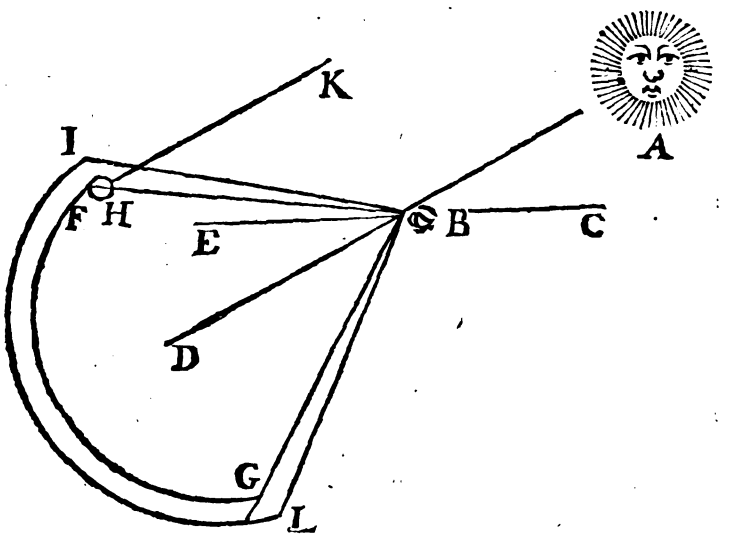
PROPO

Digitized by Google

PROPOSITIO XVI.

Theorema.

Sole lucente & minus quam grad.41. elevato si pluat Iris necessario appareat ad sensum circularis.



Jam versamur in materiâ mathematicâ, figuram enim Iridis attingimus. Sit igitur Sol in A. minus quàm quadraginta, & uno gradibus supra horizontem elevatus. Sit oculus respicientis B, ducatur linea A B, quæ ulteriùs intelligatur produci in D. Sit linea horizontalis C B E. Intelligatur aliquis conus B F G, cujus vertex oculus B, basis circulus FG, axis DB, & angulus FBD, sic circiter 41 graduum. Quia autem angulus ABC, supponitur minor quadraginta, & uno gradibus cui æqualis est ad verticem angulus E B D, erit angulus FBD major angulo EBD, atque adeò aliqua pars coni FG, extabit supra horizontem. Pluat ergo ita tamen ut Sol luceat & illuminet guttas decidentes, dico quod quæcúmque guttæ erunt in superficie coni F G, etiamsi tantum transeunter in eâ invenientur, colores Iridis exhibebunt. Sit enim gutta H, ad quam à Sole ducatur radius HK, qui propter immensam Solis à terrâ distantiam parallelus erit axi ABD.

Demonstratio. (*Per* 13.4. *hujus*) omnis gutta, radiis solaribus perfusa, in eo situ posita, in quo radius à Sole ad ipsam ductus comprehendit angulum 41 graduum, cum linea ab oculo ad ipsam pertinentes exhibet colores; sed gutta H ita se habet. Cum enim radius KH, sit physicè parallelus lineæ B D, nam utérque à Sole procedit; (*per* 27.1.) erunt anguli alterni D B H, K H B æquales; sed angulus H B D, supponitur graduum 41. Ergo & angulus K H B erit pariter 41 graduum: igitur gutta H repræsentabit aliquem colorem; immò successivè omnes induet. Nam (*per coroll. propos.*it. 9.) sub angulo graduum 41. 51. videtur color rubeus sub paulò minori graduum 41. 30. viridis; si ergo intelligantur plures superficies conicæ, eundem habentes verticem B; quarum bases sint concentricæ, ita ut prima cum axe angulum graduum 41.51. alia 41. 30. & altera graduum 41.17. comprehendat, gutta H, successivè in illis superficiebus versabitur, variósque successivè angulos comprehendet, atque adeò varios colores induet. Hoc est, dum versabitur in superficie coni superioris rubeum; dum in superficie medii viridem; dum in superficie infimi cæruleum colorem repræsentabit. Quod autem nulla in Iride discontinuitas animadvertatur, ex eo provenit quod guttæ decidentes sint plurimæ, sibique invicem succedant. Neque verò opus est, ut in eodem plano versentur, modò in superficie coni ejusdem inveniantur; ex quo fit, ut cum tam remotæ, quam proximæ, eundem colorem exhibeant, lacunæ omnes, & hiatus implentur, nullâque appareat discontinuitas.

Hanc Iridis generationem variis experimentis comprobare possumus. Nam si radium per fenestram apertam transmissum, aversò à Sole capite, frequentibus guttis irrores, & aspergas, eo ferè modo, quò fullones sumptam ore aquam flatu vehementi in minutissimas guttulas dispergunt, duplex apparebit Iris concentrica, & perfectè decircinata. Fontes item artificiales in quibus aqua in minutissimum rorem depluit, Sole lucente Iridem semper rotundam exhibent.

Quod in molendinorum rotis accidit; ex quibus facilè formare licebit argumentum. Dum pluit, & Sol minus quadraginta & uno gradibus elevatus lucet, debet Iris apparere rotunda; si eædem tunc adsint dispositiones, quæ in recensitis casibus inveniuntur, in quibus generatur Iris rotunda; sed eædem omnino inveniuntur. Nempè guttæ decidentes, in quibus radius solaris, & linea ab oculo ad guttam pertingens angulum graduum quadraginta unius comprehendunt. Ergo Sole minùs quam quadraginta & uno gradibus elevato, & lucente si pluat apparebit Iris, quod erat demonstrandum.

Neque verò aliquid nocet permanentiæ Iridis, quod guttæ decidentes, perpetuò moveantur, dum in casum præcipitantur, cum aliæ aliis continuò succedant, eodem prorsus modo, ac fluvius idem apparenter perseverat, licèt continuò mutetur eò quòd sequentes aquæ prioribus succedant.

COROLLARIUM.

Figura nubis ad Iridis figuram nihil confert, cùm enim (*per præcedentem*) non in ipsa nube;

ſed in guttis decidentibus quocúmque ordine depluant, modò in ſuperficiem coni ſupra deſcripti incidant generetur Iris, ejuſque rotunditas oriatur eò quòd eæ ſolæ guttæ, quæ in tali ſuperficie poſitæ ſunt eum ſitum reſpectu ſolis & oculi obtineant, qui requiritur ad colores exhibendos; nubis figura ad hunc effectum non concurrit.

PROPOSITIO XVII.

Theorema.

Iris non oritur ex nubis alicujus totalis refractione.

Dominus De la Chambre exiſtimavit in rorida nube Iridem apparere per ſolam reflexionem, præſuppoſita tamen & interjecta alia nube, in qua ſolaris radius refringeretur coloreſque varios indueret. Explicat autem ſuam opinionem variis experimentis. Nam cyathus vitreus aquâ plenus ſoli exponatur; in ſubjecto pavimento Iridem etiam rotundam producet, quæ undequaque in eo per reflexionem ſpectabitur. Idem accidit in ſphæris cryſtallinis, & lentibus multum convexis, vult igitur aliquam nubem inter Solem, & locum in quo apparet Iris, interjici; quæ vicem cyathi habeat, in qua nempe per refractionem, radii ſolares tingantur, qui producti in roridam uſque nubem in ea appareant colorati. Contendo autem multa eſſe, quæ hanc omnino opinionem convellant. Et primò quidem ex nubis interjectæ materia validam ut exiſtimo deducam rationem. Nubes continua non eſt, ſed ex variis corporibus & guttulis coaleſcit; quare falſum eſt quod per modum unius totalis corporis ſpectari poſſit: igitur refractiones in tali nube aliter ſpectandæ ſunt ac in cyatho, aut ſphæra vitrea.

Secundò vel illa nubes eſt compactior, vel texturam habet tenuiorem; ſi primùm radios ſolares intercipiet, nec ulterius produci ſinet; ſi ſecundùm fateor quidem in ea poſſe radios tingi ut accidit in coronis; ſed qui directè quidem ab oculo ſpectari poſſint, reflexè non item, utpote qui ſint remiſſiores.

Tertiò hæc nubes interjecta præcisè verſari deberet inter Solem & oculum; nam experientiâ compertum eſt oculum verſari in linea ducta à centro iridis ad Solem. Sit enim centrum Iridis A, oculus B, & Sol C. Ut hæc nubes æqualiter diſtet à ſingulis partibus Iridis, debet in eadem linea verſari. Sed nulla talis animadvertitur nubes, alioquin nunquam nobis Sole lucente appareret Iris; cum tamen nunquam Sole reſpectu noſtri obnubilato ſpectetur Iris.

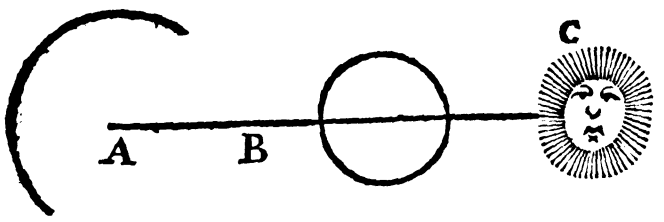
Quartò ex figura, ut cyathus, aut lens vitrea Iridem in pavimentum orbicularem projiciat, debet eſſe ſphærica; ita ut ſi aliam quamcumque figuram habeat eandem Iris imitetur, nam trajecto per trigona vitra, aut cryſtallina lumine, nunquam circulari in ſubjecto pavimento, aut oppoſito pariete Iris generabitur. Ideoque cum non niſi caſu aliquo extraordinario poſſit accidere ut nubes in ſphæram abeat; rarò admodum Iridem circularem haberemus, ſæpius autem irregularis cujuſcumque figuræ; quod tamen omni repugnat experientiæ.

Quintò aptiora occurrunt corpora ad Iridem hoc modo generatam reflectendam ad oculum quam ſit rorida nubes; cur enim in ædificiis ab ipſa terræ ſuperficie, & aliis corporibus quibuſcumque reflecti non poſſent radii, jam priùs in nube oppoſita colorati. Neque enim prædictus author, regularem & ordinatam, reflexionem exigit; ſed inordinatam qualem in ſcabris experimur corporibus. Atque adeò cum pleraque corpora aptiora ſint ad hujuſmodi reflexionem quam nubes rorida, in iis etiam faciliùs depingi poſſet. Quod autem paries verbi gratiâ ad hoc ſit aptior quam nubes rorida experimento probabo. Soli enim objiciatur trigonum vitreum, ita ut trajectus radius coloretur, aſpergatur aqua quantum volueris, nunquam tamen à guttis decidentibus colores reflectentur, ita exquiſitè, ac perfectè, ac à pariete ipſo, aut quolibet alio corpore.

Sextò nulla probabilis in ea hypotheſi excogitari poſſet ratio; cur ſolis elevatione gradum quadraginta primum ſuperante nulla Iris ſpectari poſſit; cur enim verbi gratiâ Sole in ipſo vertice collocato, nubes non objicietur, quæ in ſubjecto ſolo Iridem exhibeat.

Septimò ſi in rorida nube, alia nubes per reflexionem ſpectetur eo modo, quo à cyatho in *oppoſito pariete exprimitur, hæc Iris undequaque* ab omnibus æqualiter videbitur, atque adeo ſi accidat, ut linea à Sole per oculos alicujus ſpectatoris ducta centrum illius attingat linea ab eodem Sole per alterius oculos producta longius ab ejus centro aberrabit, quod tamen omni experientiæ contrarium eſt.

Denique quid ulteriùs requirimus, aut ad ignotas cauſas, & diſpoſitiones recurrimus, cum quotidie in aſperſis, quacúmque ratione aquæ guttis, Iridem omnino circularem videamus, dummodo oculus noſter, inter Solem & depluentem aquam ita verſetur, ut ſit vertex alicujus coni, cujus axis ſit linea à Sole per oculum ducta, eo modo, quo ſupra deſcripſimus.



PROPO

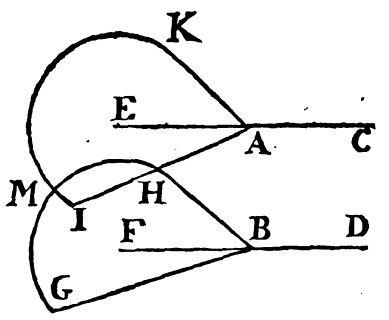
Digitized by Google

PROPOSITIO XVIII.

Theorema.

Quilibet oculus ſuam ſibi peculiarem in roridæ nube Iridem vendicat.

Sint plures oculi ad roridam nubem lucente Sole obverſi, & notabiliter à ſe invicem diſtantes; dico unam eandemque Iridem ab iis ſimul ſpectari non poſſe, ſeu non in iiſdem omnino nubis roridæ partibus reſpectu omnium colores Iridis ſpectatum iri.



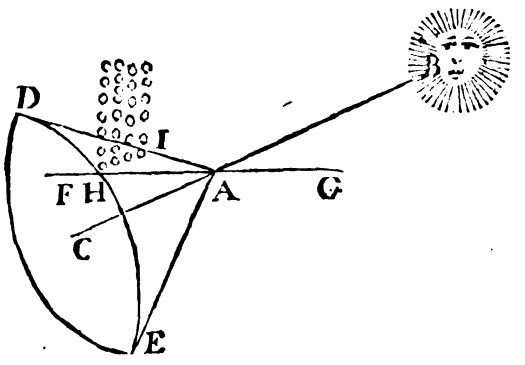
Sint enim oculi A & B, lineæ à Sole per oculos A & B ductæ, ſint CA, DB, intelligantur-que coni quorum vertices ſint oculi A, & B; axes CAE, DBF, ſibi invicem paralleli, ſaltem phyſicè, cum in Sole tantum conveniant; & lineæ KA, IA, item BH, BG angulum circiter graduum 41. cum axibus BF, AE comprehendant. Superficies illorum conorum ſe ſecabunt quidem, non tamen congruent omninò, ut ſatis per ſe patet, & conſequenter non omnes guttæ quæ in ſuperficie unius coni invenientur, in alterius ſuperficie exiſtent, ſed tantum aliquæ utriuſque coni ſuperficiei communes erunt, quales ſunt quæ in puncto M. (*Sed per 14. hujus*) Sole lucente reſpectu oculi A, Iris apparet in guttis exiſtentibus in ſuperficie coni IMKA; & reſpectu oculi B, in guttis exiſtentibus in ſuperficie coni GMHB, per præcedentem: ergo non in iiſdem guttis omnino reſpectu utriuſque oculi apparent colores Iridis, & propriè loquendo neque eadem eſt reſpectu utriuſque oculi Iris.

COROLLARIUM I.

Moto oculo, movetur Iris. Cùm enim moto oculo alia fiat linea à Sole per oculum ducta, hæc autem linea ſit axis illius coni in cujus ſuperficie exiſtunt guttæ Iridem exhibentes, & mutato axe alicujus coni, mutari conum neceſſe ſit; alia erit ſuperficies illius coni, ſeu occupabit aliud ſpatium, & conſequenter aliam eſſe Iridem neceſſe eſt. Hinc rideas illos qui putant ſe poſſe metiri diſtantiam Iridis ab oculo; quod tamen impoſſibile eſt. Cum enim omnis ratio metiendi ſupponat rem eandem ex duobus locis ſpectari poſſe, ut ex diverſitate aſpectûs quem reſpectu duplicis illius ſtationis obtinet, de diſtantia judicium ferri poſſit; Iris autem eadem ex duplici loco ſpectari non poſſit; ſed reſpectu duplicis ſpectatoris ſit diverſa; impoſſibile ſit ut ejus ab oculo diſtantiam Geometrica methodo metiamur. Unde ad alias circumſtantias recurrendum eſt, quæ ſunt multum fallibiles. Nam ſi aliquando accidat ut unum Iridis cornu, alio ſit vividius, vicinius etiam judicabitur. Pariter ſi unum cornu perfectum ſit, & terram attingat, aliud verò imperfectum; primi diſtantia facilè determinabitur, ſecundi non item, ſed ut plurimum decipietur oculus, qui illud cum remotioribus corporibus, quibus reſpondet conjunget, licèt ab iis longo abſit intervallo.

COROLLARIUM II.

Sole altiore, deprimitur Iris, & depreſſo attollitur; elevationes ſolis & Iridis ſimul ſumptæ gradus quadraginta & unum adæquant. Sole elevato pluſquam gradibus quadraginta & uno, nulla apparere poteſt Iris, niſi forte oculo è cacumine montis ſubjectam vallem ſpectanti; Sole verò horizontem attingente Iridis vertex præcisè quadrageſimum & unum gradum obtinet.



Sit oculus in A, Sol in B, intelligatur linea BAC, quæ erit per præcedentes axis coni in cujus ſuperficie apparet Iris. Sit talis conus ADE, intelligatur planum verticale in quo Sol exiſtit, ſitque ſectio illius horizontalis GAF; eritque BAG elevatio ſolis, DAF elevatio verticis Iridis.

Demonſtratio. Angulus BAC, (*per 9. hujus*) eſt grad. 41. ſed anguli DAF, BAG, æquales ſunt angulo totali DAC, cùm anguli FAC, BAG ad verticem oppoſiti æquales ſint: igitur anguli DAF, BAG, ſeu elevatio ſolis, & verticis Iridis adæquant præcisè gradus quadraginta & unum.

Ex quo ulterius ſequitur quod ſi Sol elevaretur præcisè gradibus 41. Hoc eſt ſi angulus BAG eſſet 41. cum etiam angulus DAC ſit totidem; lineæ DA, FA, coincident: & conſequenter vertex Iridis in ipſo horizonte erit. Si verò Sol pluribus attolleretur gradibus; tota Iris infra horizontem caderet; hoc eſt nulla gutta ſupra horizontem poſita colores iridis exhiberet. Quia illæ ſolæ tales colores producunt, quæ in ſuperficie prædicti coni verſantur, qui totus infra horizontem cadit. Quia tamen qui in cacumine montis degit vallem habet infra ſuam lineam horizontalem poſitam, fieri poſſet, ut ſi præciſus eſſet undique montis vertex, ita ut vallem reliquæ montis partes non obumbrarent; fieri inquam

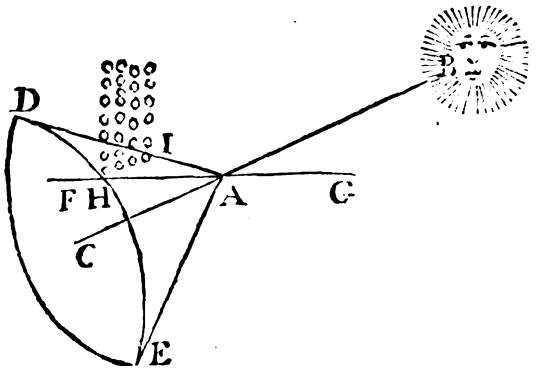
poſſet, ut ſolis elevatione quadraginta & unum gradus ſuperante, aliquid tamen Iridis ſpectaretur.

Denique dum Sol horizontem attingit, linea ab eo per oculum ducta, quæ axis eſt coni, horizontalis eſt. Superficies autem ejuſdem coni, diſtat undique ab axe gradibus 41. igitur elevabitur vertex Iridis totidem gradibus.

PROPOSITIO XIX.

Licèt Iris ſemper circularis appareat; realiter tamen ſapè hyperbolica, parabolica ellyptica eſt.

Sit oculus in A Sol in B, intelligaturque conus aliquis cujus A vertex, axis B A C, ſitque



triangulum per axem DAE, ita ut anguli DAC, CAE ſint grad. 41. & pluvia decidens ita conſtituatur ut linea propiores oculo guttas connectens, non ſecet conum ſupradictum directè, ſed obliquè, ſitque H I: dico in tali caſu Iridem non fore realiter circularem, ſed aut hyperbolicam, aut parabolicam, aut ellypticam.

Demonſtratio. Guttæ illuſtratæ à Sole, & in ſuperficiem prædicti coni poſitæ colores Iridis exhibent (*per 9. hujus*) ſed guttæ quæ in linea H I exiſtunt, tales ſunt. Primò quidem à Sole illuminantur, cum ſupponatur eſſe viciniores oculo, ita ut nullæ aliæ anteriores, aut ſolis lumen adimant, aut radios coloratos ab ipſis ad oculum productos impediant: igitur tota linea H I erit Iris; ſed linea curva HI, obliquè ducta ad ſuperficiem coni, aut hyperbolica, aut parabolica, aut ellyptica eſt; igitur nonnunquam Iris parabolica, hyperbolica, aut ellyptica eſt. Quod erat primum.

Quia tamen non ita depluit, ut ſtillæ decidentes, & Soli & oculo conſpicuæ in eodem ſint plano, ſed ſint aliæ aliis viciniores, ideo puto Iridem non eſſe ita circularem ut unicum planum efficiat; ſed ex pluribus planis conſtare, non tamen ita ut lacunas poſſit oculus advertere.

COROLLARIUM.

Ex his omnibus colliges, dum dicitur Iris per reflexionem generari, non eſſe ſumendam nubem per modum unius totalis corporis, & quaſi ſpeculi verticaliter extenſi: neque enim in tali hypotheſi obſervaretur æqualitas angulorum incidentiæ, & reflexionis; nam Sole verbi gratiâ horizontem occupante, nullus ad oculum radius reflecti poſſet: hæc igitur angulorum incidentiæ, & reflexionis æqualitas in ſingularum guttarum ſuperficie concava ſpectanda eſt. Multò minùs credendum eſt aliquid obeſſe huic angulorum æqualitati, inæqualem brachiorum Iridis ab oculo diſtantiam: oſtendimus enim quamcúmque guttam in ſuperficie coni ſupra deſcripti poſitam, eum ſitum obtinere qui neceſſarius eſt ad Iridem generandam, atque adeo in ejus ſuperficie concava, ab oculo averſa, ordinatam reflexionem accidere. Certum igitur ſit axioma totam nubem non eſſe ſumendam per modum unius plani; ſed conſiderandas ſingulas guttas ex quibus coaleſcit. Eodem prorſus modo, quo explicuimus aliàs eam reflexionem, quam in ſcabris corporibus ſolaris radius patitur, quæ ut ad communes regulas revocetur, in ſingulis ſcabri corporis facieculis, non in toto corpore phyſicè licet plano, ſpectanda eſt.

PROPOSITIO XX.

Theorema.

Iris ſecundaria, à reflexione primaria non generatur.

Plurimæ haud dubiè ſunt conjecturæ, quæ ſecundariam Iridem, ſuadent eſſe tantum primariæ imaginem; quæ in perlucida nube tanquam in ſpeculo exprimatur. Sunt autem hæ.

Primò, contrarius colorum ſitus, nempe quod colores primariæ Iridis viciniores nubi reflectenti, viciniores habeant in iride ſecundaria ſimiles colores; remotiores item, remotiorem ut ita dicam imaginem habeant.

Secundò quòd ſint dilutiores in Iride ſecundaria colores: appoſita autem videtur hujus decrementi cauſa reflexio, quæ in ſcabris præcipuè corporibus lumen debilitare ſolet.

Tertiò quòd licèt non ſemper utraque Iris appareat, vix tamen ſecundaria viſa ſit, quin prima conſpicua eſſet; & ut plurimum ſi aliqua parte primaria deficiat, eâdem etiam ſecundaria obliteretur.

Aſſero tamen ſecundariam Iridem à prima nullo modo pendere, nec ullum radium à prima ad ſecundariam produci, qui ad oculum ita reflectatur, ut colores induat. Quod ut facilius intelligatur.

Revocandæ ſunt experientiæ allatæ, nempe quod ſi ſphæra vitrea aqua plena ſoli exponatur, ſub angulo circiter 54 graduum apparebunt colores Iridis; ſed dilutiores quam ſub angulo graduum 41. immò & in contrario ſitu; nempe quod ſi angulus fiat major, procedatur à colore rubeo ad colorem cæruleum, cúm circa gradum 42. contrarium accidat. Notandum autem eſt, quod in prædicta ſphæra colores ſub tali angulo videantur, licèt immediatè à Sole radios, & à nulla alia ſphæra reflexos excipiat; additur quidem una reflexio; ſed hoc, ut vidimus, accidit in concava ejuſdem ſphæræ ſuperficie. Quare

ſub

Digitized by Google

ſub angulo grad. 54. apparet color cæruleus; ſub minori viridis, & ſub adhuc minori color rubeus. Ex quibus duplici argumento totam aſſertionem concludo, uno à poſteriori, alio à priori.

Primum argumentum erit. Secundaria Iris fit immediatè à Sole; & non per reflexionem ortam ab iride primaria, ſi contingat aliquando ſecundariam Iridem videri, nullo modo visâ Iride primariâ; ſed hoc accidere poteſt; nam ſi averſo à Sole capite, ſumptam in ore aquam ad modum fullonum diſpergas, ſupra radium per feneſtram apertam admiſſum; duplex ſpectabitur Iris primaria, & ſecundaria. Attollatur velum aliquod, ita ut radios ſolares ad primariam Iridem efformandam neceſſarios intercipiat, obliterabitur primaria Iris, perſeverante ſecundariâ.

Idem experiri potes in fontibus in quibus aqua in minutiſſimas ſtillas diſpergitur, iis autem eodem prorſus modò generatur Iris, quò in rorida nube; cùm utrobique ſint eædem diſpoſitiones.

Nec dubito quin nonnunquam etiam in nube id accidat, ſi nempè caſu aliquo eveniret interjici nubem inter Solem, & locum in quo primaria Iris apparet, & non opponi ſecundariæ Iridi. Quod ſatis tamen eſt. Exiſtimo item aliquando ſecundariam Iridem apparuiſſe ſine prima, licèt hoc notatum non ſit; quis enim niſi aliquis qui teneat optimè colorum ordinem id poſſet animadvertere.

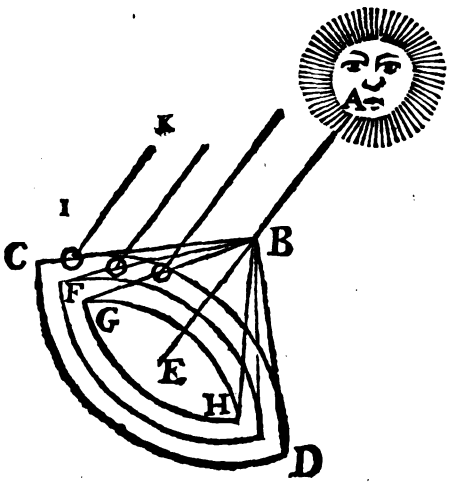
Secundum argumentum erit tale. Supponatur ponantur enim plurimæ guttæ in ſuperficiem primi coni incidere; oſtendo in iis omnibus colorem cæruleum appariturum. Sit enim gutta I; (quod autem de ea probabo de aliis omnibus in eâdem ſuperficie poſitis, probatum intellige,) ab ea ad oculum B ducatur linea IB, intelligatur item radius KI, à Sole procedens; qui propter immenſam Solis à terra diſtantiam axi AB parallelus erit.

Demonſtratio. Omnis gutta ita diſpoſita, ut lineæ ab oculo, & à Sole ad ipſam ductæ angulum graduum 54. comprehendant, colorem cæruleum exhibent (*per* 11. *hujus*) nempè per duplicem refractionem & reflexionem, in eadem gutta factam; ſed angulus KIB eſt graduum 54. cùm enim lineæ KI, AB ſupponantur phyſicè parallelæ, erunt (*per* 28.1.) anguli alterni KIB, IBE æquales; ſed IBE ſupponitur eſſe graduum 54. ergo & KIB erit totidem graduum. Ergo in gutta I, & aliis omnibus in ſuperficie primi coni exiſtentibus apparebit color cæruleus, & conſequenter illæ omnes guttæ orbicularem Iridem exhibebunt.

Eodem modo probabo, omnes guttas in ſuperficie ſecundi coni exiſtentes, colorem viridem exhibituras; & tertii rubeum, & hoc radiis immediatè à Sole ad guttas productis, & ab iis poſt duplicem in iiſdem guttis refractionem, & reflexionem ad oculum remiſſis. Neque ulteriùs aliquid requirendum eſt.

Ex rationibus autem dubitandi validam etiam ad noſtram ſententiam roborandam rationem deducam.

Nam quod contrarius ſit in utráque Iride colorum ordo, probat quidem unam addi reflexionem, non tamen radios ab Iride primaria procedere. Nam ut primò notavi nimis imminuerentur radii, in primaria Iride colorati, ſi à nube quaſi à ſpeculo ſcabro remitterentur. Fateor quidem poſſe Iridem à ſpeculo terſo reflecti, nonnunquam illam in flumine ſpectavi. Nego tamen in nube videri poſſe. Ad id verò quod dicitur, notam hujuſmodi reflexionis eſſe diverſitatem ordinis colorum. Contra quia ſi hæc lex obſervaretur, ut objecta quæ ſunt ab ea nube reflectente remotiora, viderentur magis recedere ab invicem, quare Iridis brachia hanc legem non obſervant: hoc eſt quare, ut in ſpeculis planis accidit Iridis ſecundariæ brachia, in cœlum non protendentur. Si enim dicas ideo id non accidere quod nubes reflectens non ſit plana; ſed urgeo, ergo neque in colorum alternatione, ea lex valere debet, quæ planorum tantum ſpeculorum propria eſt. Addo ulteriùs quod cum nubium textura, nec ſit æquabilis nec certam figuram obtineat, nunquam circularis eſſe deberet ſecundaria Iris, atque adeo nec primæ concentrica; ſed nulla certâ lege, nubis reflectentis figuram imitari.



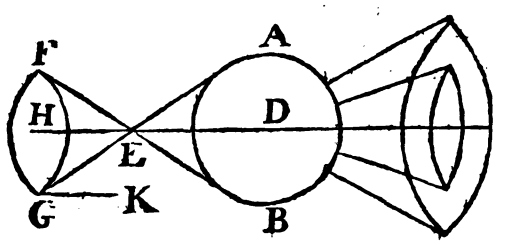
Sol eſſe in puncto A, oculus in B, ſupponatúrque conus BCD, cujus axis ſit linea ABE, & vertex B, ſitque angulus CBE circiter 54 graduum: intelligatur alius conus eundem axem & verticem habens, ſed cujus ſuperficies, aut potius linea cujus ducta generatur, cum axe angulum conficiat paulò minorem. Item ſit alius conus nempè GBH. Deinde ſupponatur, ita pluere ut tamen Sol luceat, qui ſit ſupra horizontem elevatus paucioribus quam quinquaginta tribus gradibus. Oſtendo in tali caſu vi radiorum à Sole ad guttas in ſuperficiebus talium conorum incidentes, ſecundariam Iridem appariturum. Sup-

PROPOSITIO XXI.

Theorema.

De Coronis.

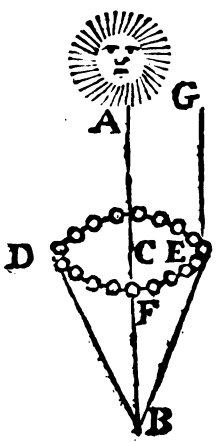
Coronæ, & Halones ſunt circuli colorati, &



ſæpè ſubalbicantes, circa Solem, aut Lunam conſpicui. Horum generatio difficilis non eſt ſuppoſitis ut priùs aliquibus experientiis. Si enim ſphæram cryſtallinam, aut vitream aquâ plenam Soli opponas, qualis eſt ſphæra AB, Soli C, expoſita; non tantum verſus partes anteriores duplex erit conus cujus lymbus coloratus eſt. Minor cujus ſuperficies cum axe angulum graduum quadraginta, & unius comprehendit, & major cujus item ſuperficies angulum comprehendit graduum quinquaginta quatuor: ſed etiam in parte oppoſita, fit conus propter unionem radiorum omnium in puncto E, poſt quam rurſus fit alius conus contrapoſitus EFG, cujus lymbus F G, coloratus eſt ita ut & in charta oppoſita colores appareant; & collocatus in illius coni ſuperficie oculus coloratum Solem videat. Supponatur ergo oculus in puncto G, notatum eſt experientia angulum HEG eſſe graduum 23. ſeu ductâ lineâ GK ab oculo G, ad Solem quæ phyſicè parallela erit axi HDC, angulus EGK erit pariter graduum 23. In quo notandum pariter eſt ſolam extremitatem, ſeu radios extremos colores iridis exprimere quâ poſitâ experientiâ, facilè coronæ generatio demonſtrabitur.

Quoties igitur nubium textura, ita ſubtilis eſt, ut Solis, aut Lunæ radios non omnino intercipiat; aliquam tamen denſitatem habeat, toties corona circa Solem aut Lunam decircinatur.

Tunc enim colores Iridis in aliqua gutta apparere debent, (*per præcedentem ſuppoſitionem*,) quoties lineæ ab oculo ad guttam, & ad Solem ductæ angulum graduum 23 comprehendent. Sit



igitur Sol in A; oculus in B; cogitetur conus DBE, ita ut in quolibet triangulo per axem, angulus ſit 46 graduum, nempè DBE, & conſequenter dimidius angulus nempè C B E ſit grad. 23. & hic conus intelligatur produci uſque ad nubem: ſeu vaporem illum roridum. Illius baſis in nube ſit DFE aut realiter circularis, ſi nempè nubis ſuperficies ſit ad axem recta; aut certè apparenter circularis, eò quòd ſub æqualibus angulis, diſtare ab axe videatur. Omnes guttæ in ea ſuperficie exiſtentes, eum ſitum habent qui requiritur, ut colores exhibeant, ergo tractus aliquis Circularis videbitur coloratus, ita ut ſi moveatur Sol, & Luna, corona ſimili ratione aſtrum comitetur. Et de facto ſæpè vidi ante Lunam orientem coronam cum ipſa ſupra horizontem aſcendere, & poſt illam occidere.

Si quis rationem exigat cur ſub tali potiùs angulo nempè graduum 23 cum dimidio, quàm ſub quocúmque alio majori aut minori, colores appareant, diximus ſupra. Notare igitur potes cur circularis appareat corona, quia nempè ſolæ guttæ in ſupra deſcripti coni ſuperficie poſitæ, eum ſitum obtinent, qui neceſſarius eſt, ut in iis appareant colores, nempè ut angulus in oculo à radio ſolis directo, & à linea ad guttam ducta ſit graduum 23. aut ſi velis angulum in gutta efformatum conſiderare comprehenſum linea G E à Sole ad ipſam ductâ, & à linea BE. Pariter ad guttam ab oculo ducta, angulum ſcilicet G E B, erit graduum 157.

Ratio autem cur dilutiſſimi ſint colores coronæ, & dilutiores quam primatiæ Iridis, primò experientia conſtat in ſphæris vitreis, radium qui duplici tantum refractione coloratur, dilutiorem eſſe. Secundò corona in guttis grandioribus non efformatur, ſed in minutiſſimo vapore, ſi enim *grandiores eſſent guttæ, cum efformetur* corona prope Solem, eum ita obnubilaret, ut à nube ex qua tales guttæ deciderent, omnis radiis ſolaribus tranſitus negaretur. Ideóque non puto fieri poſſe niſi forſitan oriente Sole, & occidente ut corona in guttis omnino formatis appareat. Certum autem eſt quod in tenui vapore vix benè apparere poſſint colores; quod & in Iride notavi. Vidi ego Arelate ineunte verè, cum matutinis horis prope Rhodanum obambularem, in parte occidua Iridem non in rorida nube, ſed in tenui vapore, quæ nullos ferè colores, ſed ſubalbicantem tantum circulum in rubeum colorem deſinentem exhibebat; eò quòd nullæ eſſent guttæ; ſed tenuiſſimus tantum vapor. Cùm igitur fieri *non* poſſit, ut immediatè infra Solem *decidat* pluvia, & nubes à qua depluit, ejus radios non impediat, corona non inſignibus fulgebit coloribus, ſed dilutioribus tantum.

PROPOSITIO XXII.

Theorema.

Coronæ lucernarum in ipſis oculis efformantur.

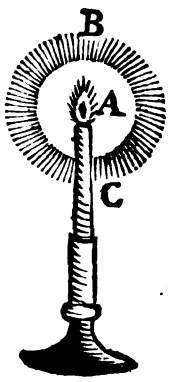
Quamvis ratio ſuadere videatur, in aëre vapido, eodem modo circa lucernas generari poſſe coronas quo circa Solem & Lunam producuntur, nihilominus tamen cum ſæpè expertus ſim, etiam in cubiculis, vapore, ex aqua calida, prodeunte plenis eas nunquam videri; dicendum eſt aut vapo-

rem

Digitized by Google

rem eum esse nimis tenuem, aut propter aliam rationem impediri illarum generationem. Unde licet asserere coronas hujusmodi in ipsis intuentium oculis effòrmari, & primò quidem conjecturas afferam satis convincentes. Nempe quod lippi, & ii quibus humidi sunt oculi coronas videant, item qui à somno recenter surgunt.

Secundò qui hujusmodi lucernas spectant, si oculos detergant, aut excutiant, manentibus reliquis omnibus iisdem, nempe eodem aëre, eas tamen ampliùs videre non possunt.



Tertiò in aëre nullo modo vapido, sed rarissimo, & tenui sæpè contingunt, ut aliquando expertus sum; in cubiculo nempe undique clauso. Quod si potius austro flante, & humente nonnihil aëre, potiùs contingant, quàm alio quocumque tempore; ideo quia tunc humidiores sunt oculi humore scilicet oculis adhærente.

Omitto alias rationes ut invalidas, qualis est hæc quod pyramidales apparere deberent, & flammæ figuram imitari; neque enim circa Lunam corniculatam alterius figuræ apparet, corona, quàm circa plenam; neque si attentius modum nostrum explicandi perpendas, invenies unquam, nos coronarum rotunditatem in astrorum figuram refudisse, sed tantum in guttarum situm, nempe quod illæ tantum similem angulum continerent, quæ in superficie coni ex oculo ut ita dicam prodeuntis, in cujus axe versaretur astrum, sitæ essent.

Dicendum est igitur oculis lippientium, adhærere humorem aliquem, præcipuè verò ciliis, alii volunt etiam guttulas aliquas ipsi uveæ adhærescere, quod tamen difficilius puto, eò quòd uvea jam humori aqueo innatet, ideóque non videtur quis humor, ita concrescere possit, ut non cum eodem humore aqueo confundatur. Adde quod si detergantur oculi, excutitur humor, quod difficilius esset si intra oculum ipsam uveam inficeret. Dico ergo quod guttæ tenues, & ciliis & ipsi corneæ adhærentes, ita lucernarum radios refringere possint, ut colores aliquos induant, quod autem cornea humida esse possit facilè ostendo experientiâ. Ego qui dum à longe faces accensas inspicio, in iis omnes oculorum meorum defectus animadverto, peregrinas nonnunquam maculas deprehendo, quæ nihil sunt aliud, nisi guttæ adhærentes corneæ, quæ in lucernarum flamma ad modum bullarum spectantur; & quæ oculis detersis evanescunt.

PROPOSITIO XXIII.

Theorema.

De Parelijs.

Nihil admodum certi in hac materia concludam, defectu observationum, ego enim parelium nunquam vidi, qui si tale quid sæpius mihi videre contigisset, ex variis circumstantiis veritatem venarer; & quod mirum est ita intricatæ sunt aliorum observationes, ut nihil solidi statuere liceat.

Refert Cardanus l. 14. varietatum cap. 70. tres soles à se visos Venetiis, vidi (*inquit*) *anno* 1532. *die Aprilis hora diei secunda, tres soles tam conspicuos, ac splendidos Venetiis, ut intueri nequaquam possent, qui ad solis lævam habebatur valde lucidior majorque ac splendidior visus est; versus austrum, qui vero ad dextram boream versus spectabat minor, nec tam splendens. Hunc tamen in fine magis perseverantem auctúmque animadvertimus; sic tamen ut ambo simul desijsse visi sint. Utérque maximos radios per cœlum, & ad terram extendebat, colore omnium ad rubedinem declinante. Hæc à me visa plusquam* 2000. *testibus, spectantibus, nam adis Sancti Marci aream compleverant cives.* Hæc ille.

Sed quam manca sit hæc relatio nemo non videt, debuerat enim nubium dispositionem notare; item an æquali inter se, intervallo aut à Sole parelia distarent, multaque alia hujusmodi, quæ ad veram pareliorum causam indagandam plurimum contulissent.

Rothamnus aliam refert observationem *anno* 1586. (inquit) 2. *Ianuarii conspeximus his Cassellis parelia. Apparebat primum antequam Sol oriretur in aurora (erat enim cœlum circa horizontem clarum columna erecta ad amussim in circulo verticali, latitudine ubique tantâ, quantâ apparebat diameter solis; incendium alicujus pagi, ultra montes dixisses, si vidisses, erat enim prorsus specie igneâ, tanquam flamma, nisi quod ubique ejusdem esset spissitudini. Paulò post oriebatur in ea columna Idolum solis, non aliter, ac si esset Sol verus. Vix digitus de hoc Idolo adhuc sub horizonte latebat, cum in eâdem columna oriretur Sol verus: quem eodem modo subsequebatur aliud Idolum, permanebatque columna hæc, cum tribus sub continuè se contingentibus solibus semper erecta in circulo verticali, erántque soles hi ejusdem formæ, nisi quòd intermedius & verus reliquos fulgore antecelleret, durabántque cum ea columna ad quadrantem horæ.*

Communiter autem duo tantum parelia simul videri affirmant nonnulli, licet Vicomercatus asserat anno 1525. à Rege Poloniæ 6 simul soles visos esse.

Asserunt item nonnulli parelia sæpe coronis cincta apparere. Quibus positis quæritur quomodo fiant circa parelia; quadruplicem autem modum comminisci tantum possumus; nempe reflexionem aut refractionem ordinatam, vel reflexionem, & refractionem inordinatam qualem in scabris corporibus fieri diximus.

Existimo autem fieri posse primò per reflexionē ordinatam, quod experiéntia comprobo. Sol in aqua, aut in speculo potest per reflexionem ordinatam ita spectari ut ejus imago prototypum perfectè imitetur; ergo si in nube eædem sint dispositiones quæ in aqua, aut speculo inveniuntur, poterit spectari Sol per reflexionem ordinatam.

Digitized by Google

Tota difficultas eſt an in nubibus æquabilitas illa partium, & lævor inveniri poſſit. Cum enim nubium textura videatur ex partibus non omnino unitis, ſed in guttulas ſeparatis coaleſcere, æquabilitatem reſpuit ad hoc reflexionis genus idoneam. Auget autem difficultatem experientia. Si enim nubes ad reflectendum eſſent idoneæ in iis ſubjectæ planitiei veriditatem, urbes, & flumina ſpectaremus. Si enim pro nubibus ingens aliquod ſubſtitueretur ſpeculum hæc omnia reflexè ſpectaremus.

Nihilominus memini me alias à magiſtro meo philoſophiæ audiviſſe, Veſulii in Burgundia, ſpectrum aliquod in nubibus viſum eſſe; miles nemper armatus exerto gladio in aëre pendulus totam urbem perterrefecit. Cumque attentiùs à viris gravibus ſpectaretur, animadverſum ſanctum Michaëlem templi faſtigio impoſitum, reflexè in nubibus ſpectari. Ex quo concludo nonnunquam parelia per reflexionem ordinatam fieri poſſe, licet admodum rarò. Quamvis autem vix unquam nubes in tantum lævorem explanentur, qui reflectendis aliis objectis ſit aptus, poteſt tamen nonnunquam ad remittendos radios ſolares ſufficere, cum enim Sol ſit maximè viſibilis, etiam ſi propter aliquam corporis reflectentis inæqualitatem plurimi radii alio reflectantur, poſſunt tamen ſufficientes ad oculum determinandum remitti.

Addo tamen ulteriùs non omnia parelia per reflexionem ordinatam generari, ſed aliqua per refractionem itidem ordinatam; tam enim bene videri poteſt Sol in alieno loco, per refractionem, quam per reflectionem. Plures requiri videntur diſpoſitiones ad unum, quam ad aliud. Ex hoc genere videntur eſſe illa duo parelia ſupra recenſita, quorum unum Solem orientem præibat, alterum verò ſequebatur. Debuit autem nubes talem refractionem exhibens, eſſe admodum rara, & uniformiter extenſa, neque multam habere craſſitiem, ut per modum unius corporis, regularem refractionem cauſare poſſit.

Quod cum ſit ſatis difficile, ideo, exiſtimo probabilius parelium ex reflexione, & refractione inordinatis ut plurimùm oriri. Voco autem inordinatam refractionem eam quæ fit in corporibus, quæ partibus non uniformiter denſis, nec æquabiliter extenſis oritur; ut dum lumen per cancellos vitreos tranſmittitur, fit quidem refractio, ſed ordinata; quando verò cancellos papyraceos pervadit, fit item refractio; ſed inordinata. Inter utramque autem id intercedit diſcriminis, quod in prima plus luminis producatur, in certo & determinato loco, ad quem nempe refractio radium dirigit, in aliis locis ſit parum admodum luminis. In ſecunda verò in omnem ferè partem lumen diſpergatur; unde cenſentur papyracei cancelli commodiores vitreis, utpote qui lucem in omnem partem, & magis æquabiliter tranſmittant. Cenſeo igitur nubeculam aliquam rotundam ita perfundi poſſe radiis ſolaribus, & ita illuminari, ut videatur alter Sol, ſive id fiat per refractionem, ſive per reflectionem inordinatam tamen. Conjectura eſt, (conjecturis autem potius hic agendum puto, quam demonſtratione neque enim ſufficientes ad aliquid determinandum rationes ſuppetunt) quod hujuſmodi parelia cincta coronis nonnunquam appareant, ſed ſi per ordinatam fierent refractionem, fieri non poſſet ut apparerent coronis cincta, ad hoc enim neceſſarium eſt ut lumen ex parelio procedens, & coronam efformans, incidat in totum illum circulum atque adeo in omnem ferè partem remittatur, ſed ſi remittatur in omnem partem non erit refractio ordinata: igitur parelium cinctum corona, ſi per refractionem generetur ea inordinata erit.

Idem proportione quâdam de reflexione dicendum eſt, nec habeo aliquid aliud quod ultra addam.

PROPOSITIO XXIV.

Theorema.

De Virgis.

Duplicem invenio hujus vocis Virgæ acceptionem. Nonnulli enim Virgas vocant quemcúmque nubium tractum colores Iridis, & non figuram referentem, volunt autem hujuſmodi tractum eſſe rectum, ut virga dici poſſit.

In hujuſmodi accceptione non erit difficile harum virgarum naturam explicare. Aſſero enim nonnumquam à me notatas hujuſmodi virgas eſſe Iridum, aut coronarum inchoationes, quarum cum minima portio, aliis deficientibus propter impedimentum, videretur, curvitas non appareret.

Poteſt item fieri ut nubecula figuram priſmatis triangularis, aut aliam efformandis hujuſmodi coloribus aptam induat, & conſequenter eos referat. Licèt autem difficillimum putem nubem ex vapore ita uniformiter extenſo coaleſcere, ut per modum unius corporis totalis conſiderari poſſit, eóſque referat omnino colores, qui in trigono ſpectantur, nihilominus negare non poſſumus *aliquando nubes colorem rubeum, aut croceum induere, & alios ſubinde, non* tamen omnes, nec eo ordine qui in Iride, & coronis apparent.

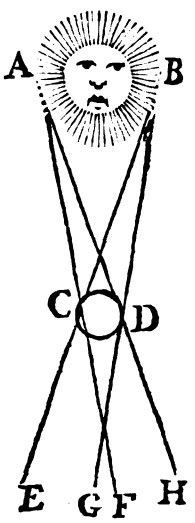
Secunda acceptio in qua ſumitur hæc vox Virga, ſit ut ſignificet ſolares radios, per hiatum nubium tranſmiſſos, & in loco umbroſo apparentes, in quo nullam majorem difficultatem invenio, quam quod in cubiculum per feneſtram admiſſus radius appareat, propter umbram, qua undique tingitur, qui in aëre libero, & luce perfuſo non appareret. Addo tamen ulterius magis illuſtres videri hujuſmodi radios cum in aërem vapidum incurrunt, quàm ſi in defœcatiorem inciderent; cujus ratio eadem eſt propter quam ſi excitetur pulvis in radio ſolari, fit magis conſpicuus, eò quòd meliùs reflectatur ad oculum. Difficultas autem præcipua, quæ in hac materia occurrit eſt, quod hujuſmodi virgæ videantur latiores prope terram, quàm in ipſis nubibus, cum tamen radii ſolares per hiatus extremitates ducti, videantur paralleli. Et primò quidem ſi de duabus virgis comparatis inter ſe ſit quæſtio, appareantque magis diſſitæ dum ſolum attingunt quam dum è nubibus exeunt. Certum eſt oculum, & imaginationem hallucinari, eodémque modo errare quo longam porticum parallelis planis conſtantem, coarctari tamen judicamus, ut explicuimus in Optica, eò quòd nempe partes remotiores ſub minori angulo videantur.

Si verò unicam tantum virgam ſeorſim ſpectemus præter ſuperiorem hallucinationem quâ pars virgæ oculo vicinior, major cæteris paribus apparet; aſſero præterea revera latiorem eſſe.

Licèt

Digitized by Google

Licèt enim radii qui ab eadem ſolis parte procedunt, & per extremitates hiatus traducuntur ſint phyſicè paralleli, propter immenſam ſolis à terra diſtantiam, ad quam hiatus diameter nullam habet ſenſibilem rationem; ſi tamen comparentur radii ab utroque ſolis lymbo, per foraminis extremitates tranſmiſſi illi phyſicè paralleli non ſunt, ſed angulum minut. 30. ſeu ſemigradûs comprehendunt, propter quam rationem radius per foramina tranſmiſſus & augetur, & fit rotundus ut jam alias explicuimus. Immò puto ideo Cometarum caudas ſenſim in latum ſe diffundere, & verſus finem ſcoparum ſimilitudinem imitari. Ut ſi ſit Sol AB, nubium hiatus CD, per extremitatem C duplex radius producitur A C F, B C E, quæ angulum in puncto C minutorum 30 comprehendunt, & recedunt ab invicem. Illi enim tantum phyſicè ſunt paralleli, qui ab eadem ſolis parte procedunt; quales ſunt AF, AH, aut BE, BG. Neque puto in eo maximam eſſe difficultatem.



PROPOSITIO XXV.

Theorema.

Poſſunt Irides eſſe extraordinaria.

Quamvis ſupra ſufficienter explicuerimus Iridum generationem, variaſque proprietates, quia tamen variæ ab aliquibus authoribus Irides referuntur, ideo hîc aliqua attexenda cenſui. Et primò quidem jam oſtendi ſupra poſſe Irides non eſſe circulares, ſed omnem ſectionem conicam imitari poſſe. Secundò etiamſi nonnunquam circulares ſint, apparere tamen non circulares, eò quòd aut unum earum brachium perfectius ſit, aut colore meliori perfuſum, in quo mera eſt hallucinatio. Addo tamen ulteriùs fieri poſſe ut propter ventorum vehementiam alteretur guttarum figura, & conſequenter non jam ſub iſdem angulis ſpectentur colores Iridis; quia tamen incerta ſunt quæ referuntur à multis nihil etiam certi circa earum figuras conſtitui poſſe exiſtimo.

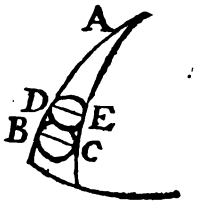
PROPOSITIO XXVI.

Theorema.

Cur Sol prope horizontem, & major & ovalis figura appareat.

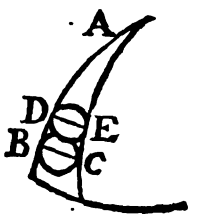
Multa de Sole humili, & ſublimi diſputata ſunt à multis. Gaſſendus de hac materia diſſertationem integram habet. Facilis videtur ſolutio hujus quæſtionis aliquibus, cum enim videant objecta trans lentes convexas ſpectata majora apparere, anthmoſphæram etiam cogitent circa terram ſphæricè fuſam, putant Solem per athmoſphæram ſpectatum, ſub majori angulo videndum; ejuſque apparentiam augendam eſſe. Sed ratiocinium deficit, comparat enim objecta viſa trans lentem convexam, ab oculo extra centrum lentium poſito, cum objecto viſo trans athmoſphæram ab oculo in centro, aut ſaltem in axe athmoſphæræ conſtituto. Oſtendo autem caſus eſſe omnino differentes, neque propter athmoſphæram augendam eſſe ſolis apparentiam.

Dico Sol prope horizontem poſitus, ſub minori angulo apparet, quam magis elevatus. Et primò oſtendo refractionem imminuere ejus apparentem diametrum. Sit ergo zenith A, Sol cujus diameter BC, ſint circuli verticales AB, AC, per extremitates ſolis B, & C tranſeuntes. Refractio attollet apparentiam punctorum B, & C non tamen extrahet illam, extra circulum verticalem. Neque enim eſt potior ratio cur in unam potius partem eam abducat quam in aliam. Adde quod, ſi ex centro terræ per punctum B intelligatur duci linea, hæc erit perpendicularis, ad communem ſuperficiem atmoſphæræ & ætheris, & erit in eodem circulo verticali, in quo etiam oculus: ergo ut explicuimus ſupra primo libro, non poteſt refractio ponere objectum extra illud planum. Atque hoc omnes Aſtronomi tanquam veriſſimum aſſumunt, nempe refractionem attollere quidem ſydus, ſed ſemper in eodem circulo verticali, quare puncta ſolis extrema B, & C attollentur vi refractionis in D, & E, ita ut apparens diameter ſit DE, inter eoſdem verticales comprehenſa. Sed D E minor eſt quam B C, arcus enim parallelorum horizonti inter duos verticales comprehenſi, ſunt ſimiles, quia tamen circuli ſunt minores qui zenith, ſeu vertici ſunt propiores, erit DE, minor quàm



Digitized by Google

quàm BC. Adde quod Sol ſit nobis vicinior dum magis elevatur, quam dum eſt propè horizontem



(*per* 11.3.) quod tamen in Sole eſt nullius momenti, in Luna non item; ergo Sol humilis ſub minori angulo ſpectatur quam deberet. SI verò altius provehatur cum refractio ceſſet, ejus apparens diameter unica erit.

Favent experientiæ, nam ſi angulum ſub quo ſpectatur Sol metiaris, deprehendes minorem ſi fuerit prope horizontem. Quam ſi Sol fuerit ſublimis, tales profert Gaſſendus à ſe factas, inſtrumento ad id excogitato. Item ſi teleſcopio Solem ſpectes, præcipuè reti aliquo filari inſtructo ut explicuimus ſupra, deprehendes ejus diametrum ut plurimum minorem, denique quibuſcúmque methodis Solis diametrum apparentem metiaris idem ſemper deprehendes.

Reſpondendum tamen eſt experientiæ communi, quâ ad ſenſum Sol videtur major propè horizontem. Suppono autem imaginem ſolis in retina vi cryſtallini depingi, radiis ad eamdem ſolis partem pertinentibus, in eadem parte retinæ concurrentibus, hi radii non in eadem præciſè parte uniuntur, præcipuè dum cryſtallinus humor, pupillâ magis apertâ, magis detegitur: ex quo fit ut imago ſolis tunc contuſior quidem, ſed major evadat, radiis hinc inde exorbitantibus; qui ſi minus aperiatur pupilla caſtigantur. Cum autem minor eſt ſolis fulgor, magis aperitur, ita de nocte ſic aperta eſt, ut propterea imago ſtellarum, quæ in retina depingitur, multò major evadat, quam earum magnitudo exigat, propter radios exorbitantes, & adſcititium illud capillitium efformantes. Cùm igitur Sol in horizonte, non ita fulgeat, ac quando ſublimiùs attollitur, retina magis aperitur, & conſequenter imago ſolis in retina major eſt, confuſior tamen. Nam cum radii ſolares ſint maximè lucidi, quantumlibet remiſſi in retinam incidant, ſufficienter eam ad videndum determinant. Quod autem id procedat ex mutatione pupillæ, facilè oſtenditur: ſi enim inſtrumento utaris, in quo pupillæ ampliatio nihil efficiat ſolis in horizonte poſiti diameter viſa, non major erit, quam altioris. Pariter ſi teleſcopium adhibeas, adſcititium illud pupillæ ampliatæ capillitium detergentis, non invenies ſolis diametrum majorem. Si tamen propter refractionem in athmoſphæra factam, major videretur Sol, etiam teleſcopio adhibito major appareret.

PROPOSITIO XXVII.

Theorema.

De Crepuſculo, & aurora.

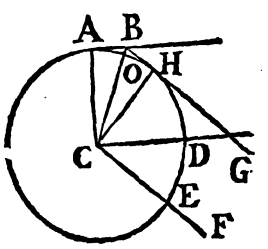
Plurimi crepuſculum, & auroram radiis *in* athmoſphæra fractis, & ad nos remiſſis tribuunt. Non eſt tamen ulla refractio in tali ſitu, quæ pluſquam ſemigradum ſydera elevet. Cum tamen radii iſti crepuſculum, & auroram generantes, ad nos perveniant Sole 18 gradibus infra horizontem depreſſo. Secundò ſi iſti radii per refractionem ad nos pervenirent, Solem exhibere deberent. Non tamen in crepuſculo, & aurora Solem videmus. Dico ergo crepuſculum, & auroram generari à radiis, per reflexionem inordinatam ad nos pervenientibus. Cum enim athmoſphæra conſtet partibus inæquabiliter fuſis, & halitibus valdè heterogeneis, lumen remittere poteſt in omnem partem, eò modò quo radius ſolaris in murum impingens, in omnem partem remittitur. Cum ergo primum partes athmoſphæræ, quæ in horizonte noſtro viſibili poſitæ ſunt illuſtrari à Sole incipiunt, ad nos uſque lumen aliquod remittunt, & incipit aurora. Non illuſtrantur autem continuò; cum enim ad magnam altitudinem non aſcendat athmoſphæra, terræ convexitas impedit quo minus eæ partes quæ in horizonte noſtro viſibili poſitæ ſunt illuminentur, donec Sol propius ad horizontem acceſſerit: quod adhuc melius ex ſequenti propoſitione intelligetur.

PROPOSITIO XXVIII.

Problema.

Determinare altitudinem athmoſphæræ, ex duratione auroræ & crepuſculi.

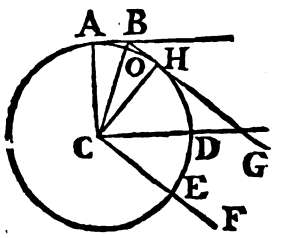
Suppono initium auroræ eſſe cum Sol attigerit circulum horizonti parallelum. Ponatur ergo



horizon ſenſibilis A B, rationalis C D, Sol infra horizontem

Digitized by Google

horizontem depreſſus 18 gradibus, hoc eſt, ſit



arcus DE grad. 18, intelligatur linea à Sole ducta, quæ terram tangat in H, hæc erit parallela lineæ C F, propter immenſam Solis à terra diſtantiam, & cum Sol ex utráque parte quadrantem illuminet, erit E H quadrans, & arcus ED, AH grad. 18. Eſt ergo arcus AH, graduum 18, ſunt autem B H, B A æquales, & arcus AO, O H æquales, quare arcus AO oſt 9. graduum, quæritur linea O B, quæ eſt exceſſus ſecantis C B, ſupra radium C O, quære in tabula ſecantium exceſſum illum ſecantis ſupra radium, invenies 124651. qualium radius eſt 10000000. Si ergo fiat ut radius ad 124651. ita radius terræ in milliaribus nempe circiter 3600. ad quartum, inveniéſque 44 milliaria, ad quæ protenduntur halitus reflexivi luminis. Quod quærebatur.

FINIS TOMI TERTII.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google